



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Contabilidade
e Administração de Coimbra

Biefa Na Sanha

LA GESTIÓN DEL RIESGO DE LA TASA DE INTERÉS. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y ESTUDIO DEL CASO

LA GESTIÓN DEL RIESGO DE LA TASA DE INTERÉS. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y ESTUDIO DEL CASO

Biefa Na Sanha

ISCAC | 2017

Coimbra, Outubro de 2017



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Contabilidade
e Administração de Coimbra

Biefa Na Sanha

LA GESTIÓN DEL RIESGO DE LA TASA DE INTERÉS. REVISIÓN DE LA
LITERATURA Y ESTUDIO DEL CASO

Dissertação submetida(o) ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Análise Financeira, realizada(o) sob a orientação da Professora Ana Paula do Canto Lopes Pires Santos Quelhas.

Coimbra, outubro de 2017

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro ser o autor desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau acadêmico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da(o) presente dissertação.

PENSAMIENTO

Todo lo que se hace se puede medir, sólo si se mide se puede controlar, sólo si se controla se puede dirigir y sólo si se dirige se puede mejorar.

Pedro Mendoza A.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabajo a mis padres Joaozinho Hoda Sanha; Pantchande Na Colna y también a mi novia Yudennis Delgados Lamotch por haberme apoyado emocionalmente.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A mi Fe en Dios TODO PODEROSO
- ✓ Al Instituto Superior de Contabilidad y Administración de Coimbra dado la oportunidad de formarme como máster en su prestigioso recinto académico.
- ✓ A todo el claustro de profesores del programa de Maestría en Análisis Financiero.
- ✓ A mi tutora Dra Ana Paula Quelhas, por haberme guiado en este trabajo.
- ✓ A mi amiga cubana Yamaris por su incondicional ayuda en la revisión del documento.
- ✓ A mis padres, amigos y familiares por ser mis paños de consuelos durante esta etapa de mi vida, por sus gratos consejos y por todas sus contribuciones y su incondicionalidad.
- ✓ A mí porque también me lo merezco.

A todos los que me faltaron, no porque sus nombres estén ausentes en esta página son menos importantes, gracias por estar aquí de una forma u otra, nunca den sus espaldas, sean siempre así, esa es la razón por la que siempre alguien se acordará de ustedes y se sentirán felices por tener a su lado personas como ustedes en quien confiar. De nuevo ¡Muchas gracias!

RESUMEN

El presente trabajo se realiza sobre el escenario de la gestión del riesgo de la tasa de interés en las empresas, a partir de un análisis bibliografías e informes de cuenta perteneciente a la Empresa Corticeira Amorim. El objetivo que se trazó fue proyectar un análisis del riesgo surgido de la relevancia de la tasa de interés sobre las organizaciones, basado en modelos teóricos independientes al mercado, que permiten su posterior aplicación al mismo. Se utilizaron los modelos propuestos por Vasicek (1977) y Cox, Ingersoll y Ross (1985) sobre la simulación de tasas para visualizar, de manera controlada, los riesgos a los que hacen frente las instituciones, de esta forma pueden ser manipulados los escenarios que se deseen analizar, generando así una representación que permita visualizar el riesgo en cuestión. La estructura de la tesis incluye la introducción y tres capítulos. En la introducción se exponen los elementos que respaldan la situación polémica a partir de la cual se proyecta la investigación. En el capítulo I se analizan los antecedentes teóricos del riesgo de tasa de interés. El segundo capítulo está dedicado al tratamiento con el modelo de gestión del riesgo de tasa de interés a continuación el capítulo tres se hace un análisis sobre como liga que la empresa Costicera Amarin con los riesgos que está expuesta en la actividad empresarial que realiza; además se expone la prevención que se toman al respecto, por último, se presenta las conclusiones y las recomendaciones se derivan de los resultados obtenidos. Finalmente se presentan la bibliografía y los anexos.

Palabras-clave:

Riesgo de tasa de interés; inmunización, duración; convexidad; curva de rendimiento; derivados de tasa de interés.

ABSTRACT

The present work is carried out on the scenario of the management of the interest rate risk in the companies, based on an analysis of account reports belonging to the Corticeira Amorim Company. The objective was to project an analysis of the risk arising from the relevance of the interest rate on the organizations, based on theoretical models. The models proposed by Vasicek (1977) and Cox, Ingersoll and Ross (1985) on the simulation of rates were used to monitor, in a controlled way, the risks faced by the institutions, in this way the scenarios that it is desired to analyze, thus generating a representation that allows visualizing the risk in question. The work is organized as follows. The introduction presents the elements that support the controversial situation from which the research is projected. The first chapter discusses the theoretical background of interest rate risk. The second chapter is aimed to the treatment with the model of management of the risk of interest rate. At thied chapter an analysis is made on how the company Corticera Amarin deals with the risks that is exposed in the business that it performs; in addition, it is exposed the prevention that is taken in this field. Some conclusions and perspectives are drawn, and finally, the bibliography and annexes are presented.

Keywords:

Interest rate risk, immunization, duration, convexity, performance curve, Interest rate derivatives

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPÍTULO 1 - RIESGO DE TASA DE INTERÉS	4
1.1 Características del mercado financiero.	4
1.2 Conceptos de riesgo de tasa de interés y revisión literaria.....	4
1.2.1 Fuente del riesgo de tasa de interés	10
2 CAPÍTULO 2 – MODELOS DE GESTIÓN DEL RIESGO DE TASA DE INTERÉS	23
2.1 Modelos tradicionales de riesgo de tasas de interés	23
2.2 Limitación de modelo de duración de Macaulay	23
2.3 Inmunización como medio de cobertura del riesgo de tasa de interés	24
2.4 El modelo general de inmunización activo / pasivo.....	24
2.5 Gestión de carteras obligacionistas y su estrategia activa.....	25
2.6 La estrategia de anticipación de movimiento de tasas de interés	25
2.7 La estrategia de maximización del retorno con el riesgo controlado.....	26
2.8 Las estrategias activas y con la subida de las tasas de interés	26
2.9 Inmunización activa/pasiva caso particular	26
2.10 Riesgo de inmunización	27
2.10.1 Las causas de la existencia del riesgo de inmunización	27
2.10.2 La disminución del riesgo de inmunización a través de la minimización de la medida de dispersión de los flujos de caja en torno a la duración	27
2.10.3 La estrategia de inmunización	28
2.10.4 Los componentes del riesgo de tasa de interés de objetivo de análisis.....	28
2.10.5 La inmunización contra un choque sobre tasas de interés	29
2.10.6 Duración de Macaulay como medida de riesgo de la tasa de interés	29
2.10.7 La Convexidad.....	31

2.10.8	La estrategia de cobertura del riesgo de tasa de interés	39
2.10.9	Cobertura de riesgo de tasa de interés	41
2.10.10	Innovaciones en los modelos tradicionales de riesgo	41
2.10.11	Instrumentos derivados	42
2.10.12	Mercados a plazo y de futuros	43
3	CAPÍTULO 3 – ANÁLISIS DE LA EMPRESA CORTICEIRA AMORIM (2016)	
	62	
3.1	Caso de estudio	62
3.2	Contratación de instrumento financiero	65
	CONCLUSIONES	68
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	APÊNDECE.....	71
	APÊNDECE 1.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 47

Tabla 2 49

Tabla 3 51

Tabla 4 53

Tabla 5 55

Tabla 6 56

Tabla 7 58

Tabla 8 60

Tabla 9 63

Tabla 10 64

Tabla 11 65

Tabla 12 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 5

Figura 1.2 5

Figura 1.3 6

Figura 1.4 7

Figura 1.5 8

Figura 2.1 33

Figura 2.2 34

Figura 2.3 34

Figura 2.4 35

Figura 2.5 35

Figura 2.6 35

Figura 2.7	37
Figura 2.8	37
Figura 2.9	38
Figura 2.10	39
Figura 2.11	40
Figura 2.12	41
Figura 2.13	50
Figura 2.14	51
Figura 2.15	52
Figura 2.16	52
Figura 2.17	53
Figura 2.18	54
Figura 2.19	54
Figura 2.20	58
Figura 2.21	58
Figura 2.22	58
Figura 2.23	60
Figura 2.24	60
Figura 2.25	60
Figura 2.26	61

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuacion 2.1	23
Ecuacion 2.2	24
Ecuacion 2.3	24
Ecuacion 2.4	25

Ecuacion 2.5.....	28
Ecuacion 2.6.....	30
Ecuacion 2.7.....	30
Ecuacion 2.8.....	30
Ecuacion 2.9.....	31
Ecuacion 2.10.....	31
Ecuacion 2.11.....	31
Ecuacion 2.12.....	32
Ecuacion 2.13.....	36
Ecuacion 2.14.....	40
Ecuacion 2.15.....	40
Ecuacion 2.16.....	44
Ecuacion 2.17.....	45
Ecuacion 2.18.....	45

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

ALM Asset Liability Management

ETTI Estructura Temporal de la tasa de interés

HTI Horizonte Temporal del Inversionista

RSA Rate Sensitive Assets

RSL Rate Sensitive Liabilities

RFL Fixed Rate Liabilities

RFA Fixed Rate Assets

MD_A Duración Modificada de los activos

MD_L Duración Modificada de los pasivos

PU_E Put Europea

PU_A Put Americana

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se analiza los posibles escenarios alternativos a los que periódicamente hacen frente las empresas, considerando su exposición a los diferentes riesgos contingentes, que probablemente podrán actuar sobre las mismas.

En contexto nacional como internacional, se han caracterizado por la volatilidad de las tasas de interés; la gestión del riesgo de tasas de interés que es una necesidad, lo que permite a las empresas adoptar posiciones privilegiadas frente a la competitividad, mejoras en su situación patrimonial y en su rentabilidad, así como, de forma indirecta un mayor conocimiento de la empresa, a través del sistema de información exigido. La gestión del riesgo de tasas de interés responde a dos objetivos: 1) conservar el patrimonio y 2) mantenimiento (o crecimiento) de la rentabilidad. Para la satisfacción de esto, es necesario verificar cuáles son las condiciones específicas de las empresas en comparación con las del mercado; en aras de verificar en qué medidas las estructuras de balance de las empresas se ven afectadas por la tendencia del mercado. La cobertura permite con la ayuda de instrumentos financieros específicos la reducción de riesgos, la modificación de la exposición a estos riesgos y de cierta manera a la inmunización parcial o total de las empresas al riesgo de variación de las tasas de interés.

El tema relacionado a la gestión de riesgo en las empresas ha venido tomando auge desde hace varios años en el mundo administrativo. Tradicionalmente, las prácticas y los análisis del riesgo han sido promovidas por bancos e instituciones financieras, debido a la búsqueda de herramientas de control que les permitan poder integrar sus procesos naturales de trabajo, siendo el enfoque primordial al riesgo asociado a los cambios en las tasas de interés; sin embargo, estas instituciones se consideran pioneras en materia de medición de riesgos, mucho antes, que las regulaciones las forzaran.

Las razones subyacentes a estas innovaciones se relacionan directamente con los incentivos de poder abordar de una manera óptima la toma de decisiones por las instituciones, basándose en el contexto que se manifiesten, bien manteniendo una estabilidad o el sufrimiento constantes modificaciones. La Society of Actuaries (2003) define al Asset Liability Management, (ALM) como la práctica de manejo de un negocio, donde las decisiones y las acciones referentes a activos y pasivos, se tomen de manera coordinada; además puede ser considerado como el proceso continuo de formular, implementar, monitorear y revisar las estrategias relacionadas con los activos

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

y los pasivos para poder lograr los objetivos financieros de una organización, dada a su tolerancia al riesgo y otras posibles restricciones (Basel Committee on Banking Supervision, 2010).

La gestión de riesgos en las instituciones, designa un conjunto global de procesos y modelos que les permiten implementar políticas y prácticas individuales basadas en los riesgos que afrontan, buscando brindar certezas en un contexto de alta incertidumbre, aportando un esquema de riesgo-rentabilidad en el portafolio global previsto para la empresa.

De acuerdo con lo expuesto por Goodhart (2010), la regulación financiera se impone normalmente en reacción a una anterior crisis, mientras que no se suele utilizar desde un primer momento como complemento teórico. Sin embargo, el espectro de los riesgos a cubrir es muy amplio, pues se considera desde el riesgo de crédito y operacional propios de cada empresa, hasta el riesgo implícito del mercado donde dichas instituciones se desenvuelven.

El objetivo que persigue este estudio es proyectar un análisis del riesgo surgido de la relevancia de la tasa de interés sobre las organizaciones, basado en modelos teóricos independientes al mercado, que permiten su posterior aplicación al mismo. Este riesgo particular se ve traducido en los cambios en los resultados de las empresas producto de los movimientos de las tasas de interés.

El análisis sobre el riesgo producido por los cambios en la tasa, particularmente, resulta interesante para estudiar; pues el cambio en la tasa de interés surgido en el mercado, son resultados de la aplicación de algunos instrumentos financieros reajustados por indexación u opciones reales sobre productos ofrecidos o derivados, ejemplo de esto, pueden ser el acrecentar considerablemente del riesgo a tener en cuenta.

Para la presente investigación se utilizarán los modelos propuestos por Vasicek (1977) y Cox, Ingersoll y Ross (1985) sobre la simulación de tasas para visualizar, de manera controlada, los riesgos a los que hacen frente las instituciones, de esta forma pueden ser manipulados los escenarios que se deseen analizar, generando así una representación que permita visualizar el riesgo en cuestión. Entonces, la idea es mostrar de qué manera la herramienta de ALM permite introducir instrumentos de gestión prácticos para la conciliación de estos riesgos y estimar los diferentes cursos de acción a tomar según cada situación.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

En términos empíricos, el trabajo se sustenta en los elementos recogidos referentes a la Corticeira Amorim, El objetivo inicial era de realizar un cuestionario a las mayores empresas portuguesas, el cual se presenta en el Apéndice 1, pero los escasos resultados obtenidos determinaron que se abandone este propósito.

1 CAPÍTULO 1 - RIESGO DE TASA DE INTERÉS

1.1 Características del mercado financiero.

El mercado financiero portugués desempeña un papel muy importante, lo que tiene que ver con el desarrollo económico del país, ya que constituye una forma de financiamiento especializada, que tiene un conjunto de instrumentos, mecanismo e instituciones que asegura la transferencia de los recursos entre agentes económicos, permitiendo así la captación de ahorro y financiamiento de los agentes económicos deficitarias con el fin de invertir en proyectos.

1.2 Conceptos de riesgo de tasa de interés y revisión literaria

Cuando se habla sobre el *riesgo de tasa de interés* se hace referencia a la eventualidad que puede surgir al producirse cambios en dicha tasa, la composición de activos y pasivos de una entidad se modifica de tal manera que pueden afectar negativamente a su situación económica. Dicha transformación puede llegar a ser beneficiosa o desventajosa para los ingresos netos financieros, o bien, para su valor económico, dependiendo en todo caso de su exposición total a dicha tasa. Además, una organización está expuesta a este tipo de riesgo siempre que exista un descalce entre el plazo promedio de los activos y el de los pasivos.

Saunders & Cornett (2011) alegan que el riesgo de tasas de interés es una ocurrencia cuando las instituciones tienen activos y pasivos con diferente fecha de vencimiento; sin embargo, Koch & McDonald (2010) lo visualizan como la pérdida potencial que proviene de variaciones inesperables en las tasas de interés y que provocan afectaciones a la rentabilidad de las instituciones y el valor de mercado de su patrimonio líquido. Otros autores como Bessis (2002) lo estiman como el decline de las ganancias, debido a los movimientos en las tasas de interés, mientras que para (Kooper)2004, lo enmarca como el costo de tasas de interés con los préstamos en aumento, o el retorno de los depósitos que disminuyen como consecuencia de los movimientos en la tasa de interés.

A través del tiempo, diferentes economistas se han preocupado por la identificación de los factores determinantes del nivel de las tasas de interés, las cuales han sido contribuciones que se sistematizan en cuatro grandes teorías: 1) teoría clásica, en la que se incluyen los aportes de David Ricardo y Jean-Baptiste Say, 2) teoría neoclásica,

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

formalizada por Bohm-Bawerk y sintetizada por Irving Fisher, 3) teoría keynesiana y 4) teoría de los fondos disponibles.

La literatura referente sobre el riesgo de tipo de interés no es muy basta, la que se registra es conjuntamente ligada al desarrollo de medidas alternativas a los modelos tradicionales de gestión de riesgos.

Es válido reconocer los resultados de Soto (2004) cuando presenta un análisis de los modelos tradicionales de gestión del riesgo de tasa de interés, a partir de evidencias que se muestran las diferencias entre ellos; las cuales se derivan del número de factores y de la forma en que influyen en la curva de tasas de interés. Desde luego, los modelos de inmunización representan una forma simple de gestionar el riesgo de tasa de interés, en la medida en que “el gestor tiene que vigilar sólo el cumplimiento de las condiciones asociadas a las restricciones, no habiendo la necesidad adicional de estimar los procesos estocásticos que gobiernan los factores de riesgo” (Soto, 2004, p.1010).

Los modelos tradicionales asumen una estructura temporal de la tasa de interés (ETTI) plana y variaciones idénticas para todas las tasas de interés, independientemente del plazo. La medida de sensibilidad propuesta por Macaulay (1938) se basa justamente en estos supuestos y lo definió como la duración de una obligación (duración) - $D(i)$ - como el tiempo medio de recepción de los flujos de efectivo que resultan de la inversión en obligaciones.

$$D(i) = \frac{1}{k \times P_0} \sum_{t=1}^{k \times T} t \times CF_t \left(1 + \frac{i}{k}\right)^{-t} \quad (1.1)$$

La duración es importante debido a que es la medida de sensibilidad de la función-precio en relación a las variaciones en la *yield to maturity*. Si se considera que “ Y ” se aplica la derivada de la función precio en orden a “ i ”, viene:

$$\frac{dP}{di} = \frac{d}{di} \left(\sum_{t=1}^T CF_t (1+i)^{-t} \right) = -\frac{1}{1+i} \sum_{t=1}^T t \times CF_t (1+i)^{-t} \quad (1.2)$$

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Dividiendo por P_0 , se obtiene:

$$\frac{1}{P_0} \frac{dP}{di} = -\frac{D(i)}{1+i} = D_m(i) \quad (1.3)$$

Ese indicador corresponde a la duración modificada (*modified duration*) y representa la aproximación de primer orden.

Fisher & Weil (1971) propusieron una modificación de modo que la ETTI no tenga que ser necesariamente plana, aunque permanezca la restricción de que las variaciones sean paralelas. De acuerdo con Lau (1983), aunque más simple, la medida original propuesta por Macaulay (1938) es al menos tan eficiente como la propuesta por Fisher & Weil (1971).

El término "inmunización" fue introducido por Redington (1952), aplicado al contexto y empresa aseguradora (rama "Vida"), reportándose a la adopción de procedimientos de gestión de activos y pasivos que permitieran a las entidades una protección contra el riesgo de alteraciones en la tasa de interés. Dicho autor se afianza en la necesidad de asegurar que el valor de los activos en cualquier escenario de tasa de interés fuera suficiente para cubrir las responsabilidades futuras de la empresa, garantizando así su solvencia. El interés por la teoría de la inmunización sólo se hizo evidente después de los trabajos empíricos de Fisher & Weil (1971), donde se sugieren dos modificaciones principales a la metodología propuesta por Redington:

- 1) Admite que las responsabilidades de los inversionistas se resumen a un único pago que debe realizarse en una fecha futura (en el horizonte temporal de la inversión o HTI), por lo que centran su análisis en las condiciones necesarias para que el valor final de una cartera de obligaciones sea Independientemente de los movimientos de los tipos de interés que se produzcan, suficiente para hacer frente a dicha carga.
- 2) Los autores utilizaron la ETTI para derivar su medida de duración, y asumen que ésta es gobernada por la teoría de las expectativas puras, para obtener una estimación, a priori, del retorno esperado para el HTI.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

En efecto, las estrategias de inmunización evolucionaron para contemplar variaciones no exclusivamente paralelas de ETTI ampliando el concepto de duración. Esta evolución se produjo por medio de tres vías distintas.

- a) Los modelos pasaron a incorporar, en la programación matemática, nuevas restricciones derivadas del tipo de forma funcional de la estructura a término que se pretende inmunizar;
- b) Se han incorporado protecciones para cada una de las alteraciones fundamentales obtenidas a partir del análisis de factores de la ETTI,
- c) La inmunización pasó a contemplar movimientos puramente estocásticos de la ETTI, sin ninguna restricción adicional derivada de parametrización específica,

En la inmunización basada en choques arbitrarios, el procedimiento de inmunización no está necesariamente asociado a una forma funcional específica de la ETT. En este sentido, el objetivo es de inmunizar una cartera de activos en un ambiente de choque arbitrarios sobre la curva de tasa de interés.

Fong & Vasicek (1984) fueron los primeros en ofrecer una solución en este contexto, basada en el concepto de dispersión en torno a la duración. La hipótesis básica del modelo consiste en la división del riesgo de tasa de interés en dos componentes fundamentales: magnitud sufrida por la estructura a término y el tipo de títulos o conjunto de títulos expuesto a esa modificación, mientras que el segundo componente representa una medida de riesgo de inmunización, mientras que la inmunización busca reducir la variabilidad del valor de un título en función de movimientos aleatorios de los tipos de interés.

Al probar esa hipótesis, Fong & Vasicek (1984), demuestran que el riesgo de inmunización puede ser descrito por la variable:

$$M^2 = \frac{\sum_i^n (t_i - D)^2 PV(CF_i)}{\sum_i^n PV(CF_i)} \quad (1.4)$$

donde D representa la duración del título; t es el plazo de cada flujo; y $PV(CF_i)$ es el valor presente de cada flujo i . Se trata, por lo tanto, de una medida de dispersión que

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

tenderá a cero, en la medida en que la fecha de recepción de los cupones se acerque a la duración de la cartera. De esta manera M^2 será igual a cero si la cartera está compuesta sólo por un título sin cupón.

Balbás & Ibañez (1998) propusieron una nueva medida para el riesgo de inmunización, introduciendo también la denominada condición de inmunización débil. Se observa en la existencia de al menos un título i en el portafolio que a secuencia de un choque k en la estructura temporal de la tasa de interés, sea capaz de producir un retorno mayor o igual al retorno esperado. Así pues,

$$\frac{V_i(k)}{P_i} \geq R \quad (1.5)$$

donde representa el retorno del título i resultante de la ocurrencia del choque k , el precio del título i y R el retorno esperado.

La condición puede interpretarse de la siguiente manera: un inversionista que esté seguro de la ocurrencia de un choque k , adquirirá un título cuya rentabilidad esperada no se vea afectada por cambios en la estructura temporal de la tasa de interés.

Lewis (1992) daba ejemplos que ilustran la posibilidad de ocurrencia de este riesgo, esto en el caso de que los préstamos sean efectuados por un banco basado en tasas de interés flotantes, reajustados cada tres meses. Coincidiendo con la renovación de los depósitos, podría evitarse el riesgo de tasa de interés. En el caso de un banco que concediera préstamos a dos años la tasa fija, financiados con obligaciones (responsabilidades) con un horizonte temporal de dos años a tasas variables, aunque hubiera coincidencia de vencimiento, el banco podría confrontarse con el riesgo de tasa de interés si sus títulos fueran sensibles a la evolución de este indicador. Si los activos no fueran sensibles a fluctuaciones de tasa de interés, el banco podría incurrir en pérdidas si los préstamos a dos años fueran financiados por obligaciones (responsabilidades) la tasa fija con vencimiento de dos años y los intereses estaban en caída. Para mejor comprensión observar cuadro 1, según lo adaptado por Lewis (1992):

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Cuadro 1: Adaptación de Lewis (1992)

RSA Activos sensibles a la tasa	GAP	RSL Responsabilidades sensibles a la tasa
FRA Activos de renta fija		FRL Responsabilidades de renta fija

La relación entre activos sensibles a la tasa de interés (*rate sensitive assets* o RSA) y obligaciones sensibles a la tasa (*rate sensitive liabilities* o RSL) refleja la exposición de un banco a cambios repentinos en las tasas de interés. La sensibilidad a la tasa de interés significa que los activos y las obligaciones se revaloran a cada período elegido.

Los RSA incluyen préstamos a tasas flotantes, así como las inversiones en maduridad y las RSL engloban las responsabilidades a tasas flotantes. Los depósitos a corto plazo y los certificados de depósito son activos con tipos de interés fijos (*fixed rate assets*) y las RFL son obligaciones con tipos de interés fijos (*fixed rate liabilities*). La diferencia entre RSA y RSL es que mide el gap de banco sobre alguna maduridad determinada. Cuando $RSA \geq RSL$ (o $RFL \geq RFA$) indica que el banco es vulnerable a una elevación de las tasas de interés, las pérdidas pueden ocurrir si las tasas se elevan. Alternativamente, cuando $RSA \leq RSL$ (o $RFL \leq RFA$) los rendimientos con intereses netos de un banco están sujetos a pérdidas, esto es posible en caso de que los tipos de interés descendan.

Otra importante contribución es la inmunización fundamentada en el análisis de los componentes principales. Esta posibilidad se basa en la ecualización de las sensibilidades a los factores de riesgo. El método apoyado en los componentes principales tiene la ventaja de identificar los factores explicativos de las variaciones de la curva de interés, haciendo uso de datos reales. Litterman & Scheinkman (1991), así como Barber & Cooper (1996), sugieren la adopción de métodos de inmunización establecida a partir de la cobertura de estos componentes principales. A partir de la premisa de que la estructura temporal de la tasa de interés se altera en múltiples

La gestión del riesgo de la tasa de interés. Revisión de la literatura y estudio del caso.

direcciones; Barber & Cooper (1996) considera que la cartera sólo estará inmunizada si provee protección para cada una de las alteraciones de dirección fundamentales.

Las contribuciones de Fabozzi (2000), Grandville (2001) y Jorion (2003) fueron también analizadas en la literatura revisada, de la cual se hace a continuación una síntesis.

En la inmunización de carteras con múltiples horizontes de inversiones, Fabozzi (2000), el nivel de la dispersión de los activos no será cero, sino el valor de la dispersión del pasivo; no obstante, Grandville (2001) admite que hay una exigencia de un precio a pagar por la convexidad, aunque, para el mismo nivel de riesgo el precio de una obligación debe ser función solamente de la ETTI, lo que se puede interpretar que la convexidad es uno de los puntos fundamentales en el ámbito de la literatura referente al riesgo de tasa de interés; dichos criterios centran la atención de autores como Kahn & Lochoff (1990) y Lacey & Nawlha (1993), los cuales demostraron que la consideración de un proceso estocástico alternativo que admite simultáneamente choques sobre el nivel y sobre la inclinación de la ETTI es suficiente para revelar los potenciales riesgos de la convexidad.

Con la llegada del nuevo siglo XXI, aun Jorion (2003) se sustenta en el modelo tradicional de evaluación de riesgos Value at Risk (VaR), puesto que permite evidenciar la mayor exposición al riesgo que una cartera puede tener, además alega que sintetiza las mayores pérdidas esperadas dentro de determinados períodos de tiempo e intervalos de confianza, es decir que, dado un horizonte de tiempo (1 día) y el nivel de confianza (entre el 95% y 99% dependiendo del grado de aversión al riesgo) se calcula el VaR de la cartera e igualmente, la utilización de la metodología se indica sólo para condiciones normales de mercado, no estimando una pérdida potencial de la cartera en un evento de crisis.

1.2.1 Fuente del riesgo de tasa de interés

El riesgo de tasa de interés forma parte activa de todas las operaciones cotidianas que se realizan las entidades financieras; es por ello que su análisis exhaustivo resulta de gran utilidad, pues les permite anticipar cómo se comportarán sus rendimientos futuros que dependen de las tasas de interés vigentes.

Los cambios de las tasas afectan los ingresos netos de interés, debido a que éstos se relacionan directamente con dichas tasas, y a su vez, dependen de la sensibilidad de los

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

instrumentos financieros a las mencionadas tasas; por otra parte, también se altera el valor económico de los activos y pasivos, debido a que el valor actual de los futuros flujos de caja varía al mismo tiempo.

Como política empresarial, las entidades tienen como objetivo llevar este riesgo a niveles prudenciales y considerar extraer la mayor cantidad de información posible de las fuentes que los provocan y las dos perspectivas más relevantes de su estudio son:

- *El modelo de ingresos netos de intereses*
- *El modelo del valor económico actual.*

Se pueden coordinar esfuerzos para hacerle frente a los riesgos a través de su desarrollo para ello se enumeran a continuación las principales fuentes que lo generan:

a) Riesgo de revaluación (o de reseteo de tasas).

La tenencia de activos y pasivos con distintos plazos, vencimientos y la revisión del valor de éstos generan dos riesgos ligados a las tasas de interés fija por un lado y la variable por el otro. Estos desajustes a pesar de que representen la base de las operaciones que se realizan a diario, exponen a las entidades a que un cambio en el valor de las tasas que modifica su resultado del período en cuestión; generalmente, cualquier momento en el cual las tasas de interés sean reseteadas, bien sea debido a vencimientos o por las tasas variables, implicará un *riesgo de revaluación*.

En este trabajo solo se centrará en la fuente de contingencia, pues se investigará cómo afectan las variaciones de las tasas de interés a los resultados corporativos aplicados a un ejemplo donde una entidad financiera lanza un préstamo a tasa fija y gana intereses fijos, así como financiará sus depósitos a corto plazo. La complicación, en este caso, se generará debido a que los flujos de efectivo del préstamo están anclados a una tasa, mientras que los intereses que se pagan por los depósitos, son variables periódicamente, y esta diferencia de valores producirá, sin excepción, un resultado para la compañía, ya sea negativo o positivo.

b) Riesgo de la curva de rendimiento.

Este riesgo hace referencia a la posibilidad de que las curvas de rentabilidad se modifiquen y provoquen una variación en los retornos de las posiciones que se tienen en determinados activos y pasivos generando así complicaciones para poder cumplir con las obligaciones.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

c) Riesgo base.

Otra fuente importante del riesgo de tasa de interés, surge de la correlación imperfecta entre el ajuste de las tasas ganadas y pagadas en los diferentes instrumentos con características de *repricing* similares. Cuando las tasas de interés varían dicha tenencia en derivados puede generar cambios inesperados en el spread de los ingresos y egresos de activos y pasivos.

d) Opcionalidad.

Se origina principalmente por la tenencia de opciones de ingresos fijos que tienen instrumentos de renta fija o tasas de interés como subyacentes. El Caps, floors y swaptions son algunos productos que provocan este riesgo.

Por otra parte, las *embedded options* que las entidades ofrecen para terminar de confeccionar los productos que comercializan (bonos y la opción de pago anticipado de instrumentos respaldados por hipotecas, entre otras) representan otra faceta del mencionado riesgo de tasa de interés; donde el tenedor de estas opciones tenga la posibilidad de ejercer su derecho cuando le presenta un beneficio y no hacerlo cuando no le resulte ventajoso, pues genera complicaciones a causa de los *payoffs* asimétricos que tendrán las compañías que las lanzan al mercado.

1.2.1.1 El riesgo de tasa de interés se divide en dos principales tipos de riesgo:

- a) Riesgo de refinanciamiento. Se produce cuando una institución financiera tiene un activo con fecha de vencimiento inferior a sus pasivos, donde el costo de renovación de los depósitos puede ser superior a tasa de retorno proveniente de la inversión en activos en caso de subida de las tasas de interés
- b) Riesgo de reinversión. Sucede cuando la institución financiera tiene activos con maturidad superior a sus pasivos, donde las ganancias provenientes de la replicación de los activos de terceros, ejemplo: la tasa disminuye.

Estos dos riesgos hacen que las instituciones financieras queden expuestas al riesgo de mercado, cuando la tasa de interés varía; una disminución de esta provoca el aumento del valor de mercado de este activo, según plantea Saunders & Cornett (2011).

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

1.2.1.2 Proceso de gestión de riesgo de tasa de interés

En este proceso, se analiza el riesgo financiero con el objetivo fundamental en la creación de valor de la empresa y también de sus accionistas. Para esta premisa se parte de las etapas de un proceso para la toma de decisiones, que implica llevar varias evaluaciones cuantitativa y cualitativa que conduce a la eficiencia en las operaciones financieras. Este proceso está constituido por cinco pasos fundamentales los cuales se detallan a continuación:

1) Identificación y selección del riesgo: La empresa expuesta de acuerdo a sus propias características hace un diagnóstico para reconocer sus vulnerabilidades que se puede encontrar ante los riesgos del mercados, créditos, liquidez, legal, operacional, entre otros y sus respectivos factores de riesgo asociado tales como: tasas de interés, tipos de cambios, inflación, tasas de crecimiento, cotizaciones de las acciones, incumplimiento, insolvencia... en función del riesgo actual y potencial identificado.

2) Evaluación y medición de riesgos. Se hace la medición y la valorización de cada una de los riesgos identificados calculando su efecto que generan sobre el valor de los s de inversión y financiación, así como establecer un mapa de posición que permita identificar específicamente la concentración de la cartera. Optar por una buena selección de una herramienta de medición y control que se adapta con mayor precesión a los riesgos asumidos por la empresa que le permite entender el efecto sobre los resultados ocasionados (causado por alteración de los factores del riesgo) con el motivo de implementar una estrategia de gestión del riesgo con el objetivo de hacer la cartera actual más eficiente y a su vez analiza el impacto de las nuevas estrategias que se podrán ser implementadas en un futuro.

3) Establecimiento de límites de aceptación al riesgo: Como base de la gestión de riesgo, es preciso, incorporar una estructura de límites que permita determinar los niveles máximos hasta los cuales la empresa está dispuesta a admitir sus pérdidas como consecuencia de la fluctuación de los factores de riesgo.

Los límites se deberán establecer en función del grado de tolerancia al riesgo por parte de la entidad, el capital que se quiere arriesgar, la liquidez de los

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

mercados, los beneficios esperados, la estrategia del negocio y la experiencia del tomador.

La estructura de límites deberá incorporar otros conceptos tales como: **a)** nivel de autorización, **b)** diversificación en la adquisición de inversión y de otros derechos (posiciones efectivas) que viene siendo en la operación de endeudamiento (posiciones pasivas) se entiende como negociación de las operaciones fuera de balance; **c)** nivel de riesgo que está dispuesta a soportar la estructura de capital, **d)** control de la relación riesgo-rendimiento, **e)** tipos de riesgos y análisis de concentración de riesgos, **f)** combinación de instrumento de acuerdo con la estrategia corporativa y **g)** escenarios por cada una de las variables macroeconómicas que afectan directamente a las posiciones.

La empresa deberá medir diariamente el riesgo de mercado de sus posiciones comparándolas con los límites establecidos

4) Selección de métodos de gestión de riesgos: Con los resultados obtenidos en los pasos anteriores se puede clarificar la posición a tomar en relación con la postura que mantendrá la empresa para enfrentar los riesgos a los que pueden quedar expuesta, los cuales pueden ser: a) ***evitar el riesgo*** (como debe prevenir este riesgo, a través de no proceder a formalizar la operación que genera el riesgo), b) ***gestionar el riesgo*** (para eso se debe requerir el conocimiento de la evolución de los mercados y la expectativa, aplicación de la técnica en función de la variabilidad de los factores de riesgo y se debe analizar los instrumentos disponibles en el mercado, aquellos que se puede emplear en la cobertura parcial o total de los riesgos que la empresa está expuesta) c). ***absorber el riesgo*** (en esta postura se debe cubrir con los recursos de la empresa el riesgo financiero que está expuesta de la misma) y d) ***transferir el riesgo*** (en este caso se entiende que hay que hacer todo el posible para transferir este riesgo para el tercero, lo que conlleva a que la empresa está expuesta venda la posición o obtiene una póliza de seguro. Los métodos para la administración de riesgo incluyen la selección de los indicadores, la construcción o implementación de modelos de indicadores adoptado en la gestión del riesgo.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

5) Monitoreo y control. Se debe hacer la evaluación con el objetivo de valorar la calidad del desempeño de los modelos de identificación y la medición del riesgo financiero, así como el cumplimiento y la eficiencia de los límites establecidos.

El objetivo de evaluación y el monitoreo es detectar las deficiencias de la gestión de riesgo financiero y procurar por la retroalimentación efectiva en las operaciones de inversiones y financiación. A través del monitoreo se hace el acompañamiento a los indicadores optados en la etapa anterior para determinar la eficacia de los mismos en la gestión de riesgo financieros.

1.2.1.3 Determinante de tasa de interés

Grandes investigadores economistas se han interesado en estudiar sobre factores determinantes de tasa de interés, de ahí que hayan surgido varias teorías que se detallaran en este subepígrafe.

La teoría clásica, la teoría neoclásica, la teoría keynesiana y la teoría de fondo disponibles para el préstamo, han centrado su objetivo en el análisis en estipular el factor que determina la tasa de interés. A continuación, se abordará con detalles los factores de cada una:

- a. Teoría clásica de interés:** Los defensores de esta teoría, plantean que la tasa de interés es definida como remuneración del tenedor de capital y el beneficio es considerado como remuneración de aquellos que incurran en el riesgo al invertir el dinero en la productividad.

Ricardo () consideró que existe un valor natural para la tasa de interés, lo cual asegura la igualdad entre el ahorro y la inversión. Cualquier alejamiento de la tasa de interés en relación al valor natural, es transitorio y acabado de ser corregido. Cuando el sistema bancario aumenta la cantidad de capital en la economía y produce demanda de títulos, puede causar una absorbencia de la tasa de interés y de esta forma estos grandes pensadores llegaron a conclusiones de que aumento de la cantidad de capital acaba de tener consecuencia en la subida de nivel general de los precios.

- b. Teoría neoclásica del interés:** El economista austriaco Bohm-Bawerk (1884) cita las razones esenciales para existencia de la tasa de interés y que han sido

La gestión del riesgo de la tasa de interés. Revisión de la literatura y estudio del caso.

sintetizadas por otros autores como Irving & Fisher, las cual se asientan en el presupuesto de los consumidores:

- tiene una actitud marginal de consumo decreciente.
- tiene una preferencia generalizada por el consumo presente relativamente al consumo futuro.
- tiene una actitud de depreciación a la miopía en relación al futuro.

Este tercer presupuesto asienta que la inversión productiva permite aumentar cantidades de bienes y consumo en el futuro, esos tres presupuestos según Irving & Fisher (1971), hace con que la tasa de interés, tanto en una economía estacionaria donde la producción se mantiene constante y mientras que en una economía dinámica en que el flujo de ingresos se varía a lo largo del tiempo.

Según la teoría de Fisher, el valor establecido para el tipo de interés es el mismo que asegura la igualdad entre el importe que los excedentarios pretenden prestar, y el importe que los deudores pretenden pedir prestado.

- c. Teoría keynesiana del interés.** Enfatiza en la relación inversa que existe entre la demanda de moneda y la tasa de interés, donde el valor establecido para la tasa de interés es quién garantiza la igualdad entre la demanda de capital. En la teoría clásica la tasa de interés es el precio de aplazamiento de consumo, mientras que para la teoría keynesiana es esencialmente un premio por la renuncia a la liquidez, lo cual ocurre cuando el inversionista sustituye la moneda por títulos de crédito a largo plazo.

Por este motivo, la teoría keynesiana sostiene que la determinación de tasa de interés se controla por el equilibrio en el mercado monetario. La diferencia que existe entre estas dos teorías consiste en las magnitudes entre las cuales establece el equilibrio, en la teoría clásica de interés es el flujo y en la teoría keynesiana de interés se establece en las cantidades de ofertas y de demanda de moneda.

- d. Teoría de los fondos disponibles para el préstamo.** Robertson, Ohlin y Wicksell (1906) formularon esta teoría los términos de flujo, tal como en la teoría clásica, tienen en cuenta no sólo el ahorro y la inversión, sino que también le suman la explicación de la formación de tasa de interés, así como las variaciones de la moneda a lo largo de un período de tiempo.

La gestión del riesgo de la tasa de interés. Revisión de la literatura y estudio del caso.

Aquí se pone en práctica la oferta de fondos, tanto por el agente que realizan los ahorros como los bancos que, al considerar nuevo crédito a la economía, aumenta la cantidad de moneda existente; mientras que la demanda de fondo es hecha por la empresa que realizan la inversión y el agente económico que pretende aumentar sus encajes monetarios.

1.2.1.4 Las medidas de las tasas de interés

Estas medidas se clasifican como:

- *La tasa de cupón*: no es un indicador deseable en la de proporción al obligacionista porque no se tiene en cuenta sobre los componentes de ganancia o pérdida del capital, aunque admite mantener la obligación hasta la integración final de su amortización.
- *La tasa aparente*: no se considera una buena medida para la proporción de la obligación, igual que anterior solo toma en cuenta el rendimiento periódico e ignora cualquier otra fuente de rendimiento que le confiere a la obligación.
- *La tasa actuarial de rendimiento*: es una tasa de descuento que es igual el precio de obligación al valor actual del flujo de caja (interés y amortización) que es proporcionado por la misma.
- *La tasa a vista*: se establece para un determinado plazo y es una tasa implícita en el precio contratado para una obligación de cupón cero del mismo plazo, es la espera por el agente económico a recibir por el préstamo del fondo en el respectivo período que se mantenga en la cartera hasta su amortización.

Se considera una tasa efectiva no meramente potencial al contrario de lo que ocurre con la tasa actuarial de rentabilidad; pues teóricamente existe única tasa vista para cada plazo, no solo se concibe para indicar el descuento para el presente sino para cualquier valor futuro, además es el más adecuado para representar las diferentes tasas de interés que son contratados por los agentes económicos en los diferentes plazos

1.2.1.5 Métodos de estimación de la estructura de los plazos de tasa de interés

La dificultad que se encuentra en la estimación de estructura, es el número reducido de obligación de cupón cero existente en el mercado obligacionista. Los análisis efectuados de cuenta en diferentes métodos econométricos tienen el objetivo de superar la dificultad, a su vez permite estimar la estructura de plazo de tasa de interés, tomando

La gestión del riesgo de la tasa de interés. Revisión de la literatura y estudio del caso.

como referencia el punto de partida a las obligaciones que contienen cupones. Este método consiste en regresión de los precios de las obligaciones observadas en una determinada fecha sobre el flujo de pago futuro y son se dividen en tres tipos:

- *Método regresión por el método del mínimo cuadrados ordinario:* Carleton y Cooper (1976) sugieren que se proceda a la estimación de la función de descuento mediante la regresión lineal, a partir de la siguiente ecuación: $P_j = d_1CF_{j,1} + d_2CF_{j,2} + \dots + d_nCF_{j,n} + \mu$, donde μ es igual al término de perturbación aleatoria de la j-esima.

Esta ecuación no contempla la existencia de término independiente, lo que indica que la obligación ya no paga el interés y tiene el valor teórico nulo. Por otro lado, la estimación en esta ecuación por el método OLS puede ser impracticable, porque la muestra de obligaciones no presenta una distribución de tiempo suficiente equilibrada. La aplicación práctica de este método presenta dificultad al no tener una regla general de pago de interés.

Este problema puede ser superado como dijo Carleton & Cooper (1976) por el uso exclusivo de un conjunto común de fechas de pagos o por la sustitución de cada obligación por otra ficticia con un idéntico precio, pero con la fecha de pago del cupón coincidente con una fecha de plazo previamente elegida.

Este método de Carleton & Cooper (1976) se basa en el supuesto de que los pagos se producen en un conjunto discreto de fechas, presenta la ventaja de no producir estimación del factor de descuento entre dos puntos intermedios, lo que implica hacer una aproximación.

- *Método de ajuste de las funciones de actualización de los pagos futuros de las obligaciones por polinomios:* es la divergencia de restricciones a la forma de las funciones de la actualización a_1, a_2, \dots, a_N , en la ecuación de estimación de estructura de tasa de interés, esto permite reducir los problemas derivados de la cobertura insuficiente del espectro de vencimientos. Según aportes de Mcculloch (1971 y 1975) y Schaeffer (1973) se utiliza como metodología para alcanzar un resultado satisfactorio, pues el ajuste de las funciones de actualización por polinomio del segundo grado tiene en cuenta las funciones de actualizaciones para el vencimiento entero, de 1 A N.

$$A_1 = B_0 + B_1(1) + B_2(1^2)$$

$$A_2 = B_0 + B_1(2) + B_2(2^2)$$

.....

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

$$AN=B0 + B1(N) + B2(N^2)$$

Donde cada conjunto de parámetros B0, B1, B2, se especifica para un segmento de vencimientos determinado. McCulloch (1971, 1975), Schaeffer (1973) y Bonneville (1980) en sus estudios empíricos que hacen sobre este tipo de ajuste, las funciones de actualización dividen los espectros de vencimientos en segmentos.

- *Método de ajuste de las funciones de actualización de los pagos futuros de las obligaciones por funciones exponenciales:* Vasicek & Fong (1982) y Chambers, Carleton & Waldman (1984) utilizaron los modelos exponenciales para ajustar las funciones de actualización; en el caso de Vasicek & Fong (1982) hacen la aproximación de las funciones de actualización de una combinación exponencial para la vencimientos de 1 a N períodos:

$$A1= B0 + B1(e^{-\delta})+ B2(e^{-2\delta}) ++ BK(e^{-k\delta})$$

$$A2= B0 + B1(e^{-2\delta})+ B2(e^{-4\delta}) ++ BK(e^{-2k\delta})$$

....

$$AN= B0 + B1(e^{-n\delta})+ B2(e^{-2n\delta}) ++ BK(e^{-kn\delta})$$

donde K representa el grado máximo de la combinación de exponenciales.

Vasicek & Fong(1982) establecieron que las exponenciales permiten obtener mejores aproximaciones de actualización que polinomios. El modelo de Vasicek & Fong fue criticado por Shea (1985) con ayuda de una prueba empírica, lo que demostró que puede presentar resultados irregulares del mismo tipo de los que ya se habían observado en los estudios sobre los modelos polinomios. Este mismo autor también subraya como resultado la constancia del parámetro a través de las diferentes exponenciales y se obtienen con el modelo de 6+, lo que sugiere que no pueden ser significativamente diferentes de los resultados obtenidos con los modelos polinomios.

1.2.1.6 Las teorías sobre la estructura de plazo de las tasas de interés

Las teorías que explican la estructura de plazo de las tasas de interés se agrupan en: teoría de las expectativas puras, teoría de los premios de riesgo, teoría de la segmentación de los mercados y teoría del hábitat perfecto. Estas serán abordadas a continuación:

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

- **La teoría de las expectativas puras:** Según esta teoría, la estructura de plazo de tasas de interés es en cada fecha determinada por las expectativas de los inversionistas sobre las tasas de interés futuras.

Para crear un modelo donde el vencimiento de las obligaciones sea su única característica diferenciadora para eso se puede utilizar las siguientes hipótesis simplificadoras:

- **Hipótesis n° 1:** no existe el riesgo de incumplimiento por partes de los emitentes de las obligaciones.
- **Hipótesis n° 2:** no existen el costo de transacción (impuestos o cualquier restricción a la transacción de obligaciones);
- **Hipótesis n° 3:** los inversionistas solo se realizan las inversiones en los cupones cero;
- **Hipótesis n° 4:** los inversionistas pretenden maximizar la rentabilidad de sus inversiones obligacionista durante respectivos horizontes temporales inversión respetando el principio de la maximización de la utilidad;
- **Hipótesis n° 5:** los inversionistas crean expectativas homogéneas sobre de las tasas de interés futuras;
- **Hipótesis n° 6:** no es relevantes para los inversionistas la probabilidad de fallar en sus previsiones con respecto al riesgo.

El equilibrio de mercado obligacionista implica según esta teoría implica que dos portafolios obligacionistas de fecha de vencimiento diferentes, tengan la misma rentabilidad esperada se fuera detenido por un inversor durante el mismo horizonte temporal.

- **La teoría de las primas de riesgo (o de liquidez).** Los fundamentos de esta teoría fueron establecidos por Hicks (1939), según este autor y también de acuerdo con la teoría del “descuento normal” de Keynes (1930), los compradores de las obligaciones temen por el riesgo de cual resulta prefieren natural por el título de corto plazo, porque este presenta un menor riesgo de pérdida de capital en relación del largo plazo. Las empresas que emiten obligaciones prefieren recursos de largo plazo, porque le permite mejor estabilidad de los financiamientos y los gastos con los intereses de la deuda.

La gestión del riesgo de la tasa de interés. Revisión de la literatura y estudio del caso.

De esta oposición de interés entre acreedores y deudores resulta una debilidad con la condición del mercado obligacionista, la cual se traduce por el exceso de demanda de títulos a corto plazo, y por el exceso de oferta de títulos a largo plazo. Esta debilidad constitucional del mercado obligacionista también hace que los títulos de corto plazo presenten una liquidez, más elevada que los títulos a largo plazo. En esta circunstancia, para atraer inversionistas a los títulos a largo plazo, los deudores deben ofrecer, en estos títulos, una prima de riesgo con respecto al tasa de interés a corto plazo.

1.2.1.7 Las limitaciones de la teoría de la prima de riesgo

Todos los inversionistas tienen preferencia por los títulos de corto plazo, en realidad las preferencias de los inversionistas respecto al vencimiento de las obligaciones son diferenciadas. Con efecto, el horizonte temporal de cada inversionista depende de la dimensión del período de disponibilidad de los fondos; y decidir aplicar en las obligaciones y en este propósito de las teorías institucionales; por otro lado, el inversionista se pretende proteger contra el riesgo asociado al resultado incierto de sus inversiones en el caso de realizar la inversión obligacionista deberá optar por una cartera obligacionista con características de vencimiento adecuadas al horizonte temporal de su disponibilidad de fondos.

Los riesgos asociados a las variaciones de tasa de interés tienen dos componentes cuyo peso relativo varían en sentido apostó, cuando las características de inversión obligacionista no se adecua al horizonte temporal del inversionista y se clasifican en:

- **Riesgo de pérdida de capital:** En este componente como vimos la teoría de las primas de riesgo pone y que está asociado a probabilidad de las tasas de interés aumentaren, haciendo con que disminuye el precio de venta de las obligaciones en cartera.
- **Reinvertir en la tasa de interés más baja:** En este componente consiste en reinvertir la tasa de interés más baja o el valor de reembolso de las obligaciones que se van venciendo y de los dos cupones que van recibiendo, en cuanto se mantiene la inversión. A mayor montante de obligaciones que atinge el vencimiento antes de terminar el horizonte temporal del inversionista, mayor será el montante de fondos que debería aplicar en nuevas obligaciones, siendo más elevadas a su exposición al riesgo de reinvertir.
- **La teoría del hábitat preferido:** esta teoría fue formulada por Modigliani & Sutch (1966 y 1967), admite que tanto acreedores como los deudores tienen

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

preferencias específicas en cuanto a los horizontes temporales durante los cuales quieren respectivamente hacer sus aplicaciones y obtener sus préstamos; también subraya la existencia de inversionistas, en particular intermediarios financieros, que están dispuestos a comprar obligación con plazos diferentes a los que corresponden a su hábitat, siempre que las tasas de interés correspondientes contengan primas compensadores del riesgo de operación. Estas primas tanto pueden destinarse a compensar el riesgo de pérdida de capital, en el caso de inversionista, cuyo hábitat es de corto plazo y que compra de títulos de plazo más elevados pueden compensar el riesgo de reinversión de aquellos que teniendo un hábitat a largo plazo aceptan comprar obligaciones a plazo más corto.

Esta teoría reconoce, al contrario de la teoría de la segmentación de los mercados que las expectativas acerca de las tasas de interés futuras ejercen influencia sobre la estructura de plazo de las tasas de interés. Así mismo, si los inversionistas fueran indiferentes frente al riesgo las tasas de interés a largo plazo se determinar exclusivamente por las expectativas relativas a las tasas de interés futuros. La representación utilizada para la teoría de las primas de riesgo puede servir también para tener en cuenta los dos tipos de primas considerados en la teoría del *hábitat* preferido.

2 CAPÍTULO 2 – MODELOS DE GESTIÓN DEL RIESGO DE TASA DE INTERÉS

2.1 Modelos tradicionales de riesgo de tasas de interés

La duración de *Macaulay* es la medida más tradicional de tasa de interés y el propio autor (Macaulay, 1938) la definió como una medida de tiempo de vida medio de un préstamo y se determina a través de la siguiente ecuación:

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n t \frac{CF_t}{(1+R)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t}} \quad (2.1)$$

donde R representa la tasa de rentabilidad actuarial de la obligación y n es lo vencimiento y CF_t es el valor de los flujos en el tiempo.

2.2 Limitación de modelo de duración de Macaulay

Este modelo de duración de Macaulay ha sido criticado por los presupuestos asumidos en la derivación del concepto por la naturaleza restrictiva del proceso estocástico que gobierna las tasas de interés por su utilización en la aplicación de estrategia de inmunización y presenta varias limitaciones como:

- ✓ 1º limitación es la más antigua crítica al modelo, cuando refiere que concepto de duración se basa que ETTI es horizontal, es decir que éste considera una única tasa de interés para todos los plazos y con este toda esta crítica reduce fuertemente el poder explicativo de la duración de Macaulay como medida de tasa de interés en lo caso ETTI y que no es horizontal, después más tarde esta crítica sería abandonado después de los trabajos de Fisher & Weil (1971)
- ✓ 2º limitación se deriva de la primera limitación refiriendo que el proceso estocástico solo admite choque del tipo paralelo, esta hipótesis minimiza la posibilidad de los choques asumir una magnitud distinta para diferente fecha del vencimiento y se reduce en la medida en que movimientos se alejan del comportamiento esperado de la eficacia de la estrategia de inmunización.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

3º limitación y es la última se relaciona con la duración y está asociada solo constituir a una medida adecuada de la sensibilidad-precio de una obligación en caso que las variaciones en la tasa de interés son infinitos, con presencia de un choque significativos, el fenómeno de la convexidad adquiera relevancia.

2.3 Inmunización como medio de cobertura del riesgo de tasa de interés

La inmunización de una cartera obligacionista no siempre tiene un único horizonte temporal de diferencia. Se puede tener en cuenta a partir del ejemplo de una institución financiera, cuya cartera de activos financieros cubren los pasivos y la responsabilidad está escalonada en el tiempo. En este caso, la inmunización se alcanza mediante el ajuste adecuado entre la duración del activo y el pasivo.

2.4 El modelo general de inmunización activo / pasivo

Activo y Pasivo de una institución, son los valores actuales de pagos futuros y se representan en las siguientes ecuaciones:

$$A = \sum_{t=1}^n \frac{\partial \tau}{(1+R)^t} \quad (2.2)$$

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{p \tau}{(1+R)^t} \quad (2.3)$$

donde $p \tau$ y $\partial \tau$ representa los flujos de efectivo activos y pasivos respectivamente. La preocupación del gestor de una cartera con múltiples flujos de efectivo pasivos consiste en asegurar que la situación neta (S) no se vea afectada por las variaciones de la tasa de interés. Porque cualquier pérdida sufrida en la situación neta significa una depreciación del activo relativo al pasivo que puede influir en la capacidad de gestor para hacer frente a su responsabilidad en el proceso de toma de decisión.

Si se analiza las condiciones de inmunización de la situación neta, se puede observar la relación de su duración con las duraciones de los activos y del pasivo de acuerdo con la ecuación que a continuación se representa:

$$S = \sum_{t=1}^n \frac{\partial \tau}{(1+R)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{\rho \tau}{(1+R)^t} \quad (2.4)$$

2.5 Gestión de carteras obligacionistas y su estrategia activa

Para el inversionista, es crucial la estrategia de inmunización de portafolio, porque se puede tener en cuenta que objetivos de inversionista tiene la obtención de ganancia en esta premisa que esta estrategia y le brinda la confianza para asegurar el valor final de su inversión, sin tener la preocupación en cuanto a la estructura de los pasivos y todos estos conlleva en ajustar la duración de portafolio al horizonte temporal de inversión. El objetivo de esta estrategia es asegurar el límite inferior de valor final de inversión y no permite al inversor aprovechar de sus coyunturas relativamente en la evolución futura de la tasa de interés. Si el inversor quiere sacar provecho en un futuro de esa coyuntura tendrá que escoger una cartera con una duración diferente de su horizonte temporal de la inversión.

2.6 La estrategia de anticipación de movimiento de tasas de interés

En esta estrategia se busca maximizar el capital de la institución ajustando la duración del activo para aprovechar ciertas expectativas sobre la subida de tasa de interés.

Bobcock (1984. p.315) demostró que la compensación entre el riesgo y el retorno en una estrategia activa se puede representar en una relación lineal donde la medida de riesgo corresponde a la desviación de la duración de la cartera al respecto HTI. Se arriba a la conclusión que la estrategia de anticipación de movimientos de tipos de interés será más activa, cuanto más sea GAP de duración.

Para aplicación de esta estrategia deben tenerse en cuenta algunas de sus limitaciones:

- a) El éxito de la estrategia depende de la perspicacia demostrada en la previsión de la tasa de interés.*
- b) En escenarios de alta volatilidad, la frecuencia de reajuste necesario puede anular las ganancias potenciales en términos de retorno.*

2.7 La estrategia de maximización del retorno con el riesgo controlado

Según Douglas (1990) esta estrategia se caracteriza generalmente por tratar de alcanzar objetivos en términos de retorno de las tasas de interés corriente, sin embargo, descuida el nivel de riesgo (normalmente medida por la duración) de tasa de interés de la cartera. Para su mejor observación en el contrato del riesgo se obtiene ajustando la duración de la cartera a un determinado referencial de mercado específicamente obligacionista.

En cuanto a maximizar el retorno de la cartera, el gestor puede recurrir en lo siguiente:

- a) aumentar la exposición activa y la segmentación de mercado considerada infravalorada.
- b) apostar en variaciones en los *spreads* entre sectores (inducidos por alteración en el riesgo de créditos de los emisores por cláusulas de reembolso anticipado, etc.) y segmentos de EPTI.
- c) incrementar la proporción de obligaciones con una tasa de cupón elevada (para aumentar el tipo de interés).

2.8 Las estrategias activas y con la subida de las tasas de interés

Si el inversor espera una subida de la tasa de interés, la duración de la cartera deberá ser inferior al horizonte temporal, h . De este modo consigue reducir la pérdida del capital, que es la causa de la subida de tasa de interés, a menos tiempo produce la importancia de ganancia obtenido a través de reinversión de los cupones a la tasa más elevada y si las tasas de interés disminuyen, la inversión sufrirá una pérdida en la reinversión de los cupones que no es compensado con la ganancia del capital.

2.9 Inmunización activa/pasiva caso particular

Algunos de los casos particulares de inmunización de la situación neta, frecuentemente realizada en la literatura de inmunización, generalmente, es el caso en que el activo y el pasivo tiene el mismo valor inicial, recordando que la condición de primera orden para inmunización se comprende en que el activo y el pasivo téngala la misma duración mientras que en la condición de segunda orden, el activo a presenta un M^2 superior al pasivo.

Realzando otro caso particular que merece una atención, es aquel que tiene valor de activo y pasivo igual, implica un único pago en una determinada fecha futura.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Esta condición del pasivo puede ser tratado como una obligación de cupón cero, siendo h el plazo de vencimiento de la vida y su duración de activo sea igual también a h , y cuando el pasivo da lugar a un único pago, el plazo de este se define el horizonte temporal de inversión, lo que hace que esta forma se entienda como la cobertura del pasivo se resume a una forma simple de inmunización,

2.10 Riesgo de inmunización

2.10.1 Las causas de la existencia del riesgo de inmunización

Una de las limitaciones de los modelos de inmunización analizados hasta la fecha, es el cálculo de la rentabilidad esperada. Los modelos de inmunización permiten que la rentabilidad esperada es igual a la tasa de interés de una obligación con cupón cero con vencimiento igual al horizonte temporal de inversionista; lo que se percibe que todas las obligaciones que se presentan la misma rentabilidad esperada para un determinado horizonte temporal o sea que las primas de riesgo son nulas.

Otra de las limitaciones de estrategia de inmunización establece que cada una formaliza una hipótesis apriorística sobre el tipo de choque aleatorio que puede afectar la estructura de plazo de las tasas de interés; lo que resulta que una estrategia de inmunización se basa en la duración de Fisher y Weil, (1971) solamente protege la inversión obligacionista contra un choque aleatorio aditivo, pero no contra choque multiplicativo. log-aditivo o log-multiplicativo.

Con esta limitación determinada la existencia en el riesgo de inmunización que está presente en la probabilidad de la estructura de plazo de tasa de interés podría ser afectado por un choque aleatorio que presenta una forma distinta en la relación de aquel que se basa en la inmunización de una cartera de obligación.

2.10.2 La disminución del riesgo de inmunización a través de la minimización de la medida de dispersión de los flujos de caja en torno a la duración

Fong y Vasick (1984) demostraron que la minimización del riesgo de la inmunización se puede lograr con un apoyo de un procedimiento que consiste en inmunizar la cartera contra choques que provoquen dislocación paralelos de la curva de la tasa de interés (choque aditivo), paralelamente se escoge la cartera que presenta menor valor para la medida

M^2 de dispersión de los flujos de caja en torno de la duración.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

La ecuación escogida para el desarrollo de esta estrategia es equivalente a la duración Macaulay para una estructura de tasa de interés diferenciando por plazo:

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \tau \frac{CP \tau}{(1 + Rt, \tau) \tau}}{\sum_{t=1}^n \frac{CP \tau}{(1 + Rt, \tau) \tau}} \quad (2.5)$$

lo que tiene valor muy próximo del valor de la duración de Fisher y Weil; y la definición de la duración que puede ver en la ecuación decimal, sea frecuentemente designada de forma diferente por la duración de Macaulay o duración de Fisher y Weil.

En la medida de dispersión de los flujos de caja en torno de duración, se puede ajustar esta ecuación con la finalidad de tener en cuenta la existencia de tasa de interés diferente.

2.10.3 La estrategia de inmunización

Se puede afirmar que el riesgo de la tasa de interés de una inversión obligacionista, es la función de dos variables que son: la duración de la cartera de obligacionista y el horizonte temporal de la inversión. El factor de riesgo de tasa de interés es la duración de una cartera, pues como se ha visto, representa la sensibilidad del valor de la cartera de las variaciones de la tasa de interés.

2.10.4 Los componentes del riesgo de tasa de interés de objetivo de análisis

Existe tres tipos de caso de inversión, los mismos se diferencias a partir de la relación entre la fecha de vencimiento de las obligaciones compradas y el horizonte temporal de inversionista, a continuación, se analiza cada uno:

Caso 1: El inversionista compra una obligación de cupón cero, que su vencimiento es igual al su horizonte temporal de inversionista, en este caso, la inversión no es representativa en cualquier riesgo de tasa de interés, pues su valor final es igual al valor de reembolso de la obligación, ya que, no depende de la evolución de la tasa de interés

Caso 2: El inversionista compra una obligación con cupones, cuyo lo vencimiento es la mismo con el fin de horizonte temporal de inversión y esta inversión obligacionista no

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

tiene riesgo de pérdida de capital, porque el valor de liquidación de la obligación es su valor de reembolso, pero es importante analizar la presencia de un riesgo de reinversión de los cupones; cuando esta inversión se encuentra en curso, se puede producir una disminución de la tasa de interés, lo que implica que los cupones recibidos se revierte a la tasa de interés inferior al momento inicial.

Caso 3: El inversionista adquiere una obligación con cupones con lo vencimiento superior al horizonte temporal de inversión, en este caso el riesgo de tasa de interés se manifiesta a partir de los siguientes aspectos:

- ✓ El riesgo de re-inversión de los cupones, está asociado a la probabilidad de una disminución de las tasas de interés.
- ✓ El riesgo de pérdida del capital está asociado a una subida de la tasa de interés, mientras sucede este proceso, habrá pérdida en el valor de venta prevista para la compra.

2.10.5 La inmunización contra un choque sobre tasas de interés

La relación inversa que existe entre dos componentes del riesgo de tasa de interés que acaba de analizar en el sub-epígrafe anterior, se pudo percibir que el riesgo de pérdida del capital y de reinversión es fundamental en una estrategia de eliminación /minimizar del riesgo de la tasa de interés en la inmunización de las carteras de obligacionista. La inmunización se logra con ajustamiento de la duración de la cartera de obligacionista y su respectivo horizonte temporal de inversionista; cuando un inversionista obligacionista esta inmunizado durante un período de tiempo, su valor final deberá ser la variación de la tasa de interés sea igual al que alcanzaría con la ausencia de la variación. Todos los cupones recibidos al largo del período de inversión, son reinvertidos en nuevas obligaciones hasta la fecha de liquidación de la cartera

2.10.6 Duración de Macaulay como medida de riesgo de la tasa de interés

La duración de Macaulay es una de las medidas más tradicionales de riesgo de la tasa de interés de una obligación, su creador la define como una medida del tiempo de vida del medio de un préstamo y también es útil para los gestores (administradores) financieros y analistas, pues calcula la estructura temporal de una obligación y del riesgo de la tasa de interés; seguidamente se presenta la ecuación:

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \tau \frac{CF \tau}{(1+R)\tau}}{\sum_{t=1}^n \frac{CF \tau}{(1+R)\tau}} \quad (2.6)$$

donde R representa la tasa de rendimiento actuarial de la obligación y n es el vencimiento y CFt es el valor de los flujos de caja.

La duración de Macaulay por su definición no permite ver de forma directa cómo se le puede atribuir la función de medir el riesgo de tipo de interés, lo hace entender que esta función se deriva de la relación que existe entre la duración y la sensibilidad del precio. Las variaciones de la tasa de rendimiento actuarial de la obligación se pueden visualizar esa sensibilidad que corresponde a la primera derivada del precio en orden de tasa de interés:

$$S = \frac{\partial p}{\partial R} \frac{1}{p} \quad (2.7)$$

Teniendo en cuenta, la representación del precio de una obligación con un vencimiento igual a n períodos, en función de su tasa de rentabilidad actuarial, la sensibilidad es dada por la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\sum_{t=1}^n -\tau \frac{CF \tau}{(1+R)\tau + 1}}{\sum_{t=1}^n \frac{CF \tau}{(1+R)\tau}} \quad (2.8)$$

La comparación de estas ecuaciones (2.6) y (2.8) permite identificar que existe una relación entre la sensibilidad y se divide por $1 + R$, lo que se conoce en la literatura como duración modificada.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

$$S = -D \frac{1}{(1+R)} \quad (2.9)$$

La duración de Macaulay de una obligación por su valor y es influenciado por:

- a) por la tasa de cupón,
- b) Por el régimen de amortización
- c) Por lo vencimiento
- d) por la tasa de rendimiento actuarial.

La tasa de cupón y el régimen de amortización son los que determinan el peso de los flujos de efectivo intermedios de un préstamo obligacionista y en relación con el último flujo de caja, que hace fácilmente comprensible la naturaleza de la influencia que ejerce sobre la duración. La influencia ejercida sobre la duración por lo vencimiento y por la tasa de rendimiento actuarial tiene una naturaleza más compleja

2.10.7 La Convexidad

La convexidad (C) de una función se determina por la tasa de variación de su inclinación y se representa de la forma siguiente:

$$C = \frac{1}{P(i)} \frac{d^2 p(i)}{di^2} \quad (2.10)$$

La convexidad permite mejorar la aproximación lineal obtenida a través de la duración modificada por la expansión de Taylor de segundo orden:

$$\frac{\Delta P}{P(i_0)} \approx -Dm(i - i_0) + \frac{1}{2} C(i - i_0)^2 = -Dm\Delta i + \frac{1}{2} C\Delta i^2 \quad (2.11)$$

En el modelo discreto se tiene que:

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

$$C = \frac{1}{P(i_0)(1+i)^2} \sum_{t=1}^{\tau} t(t+1) CF_t (1+i)^{-1} \quad (2.12)$$

La relación subrayada entre el precio de una obligación y la tasa de interés del mercado no es lineal como había dicho por la duración, que se da por una curva (convexa), de esta manera la duración solo explica la relación de modo adecuado para pequeños desplazamientos de *yield curve*, en el límite para variaciones infinitésimas.

En Gráfico 1, se representan los precios de dos obligaciones A y B, donde B presenta una mayor convexidad.

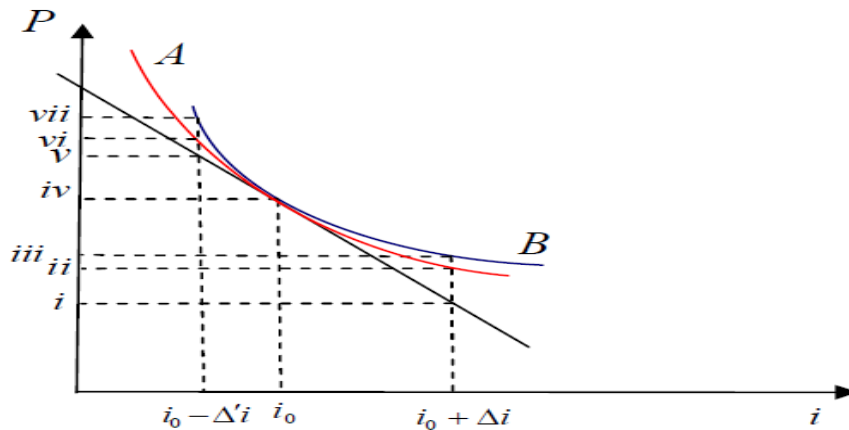


Gráfico1: Aproximación lineal y cuadrática del valor de una obligación

En el punto (i_0, iv) se tiene la situación inicial en la que el valor de la obligación **A** iguala el valor de la obligación **B**.

Mediante un choque paralelo de la tasa de interés de magnitud Δi , el valor de la obligación **A** **hace la** disminución para ii , mientras que **B** decrece para iii , con $iii - ii > 0$, una vez que **B** tiene mayor convexidad que **A**.

En cuanto un choque paralelo de la tasa de interés de magnitud $-\Delta'i$, el valor de la obligación **A** aumenta para vi , mientras que el de **B** aumenta para vii , con $vii - vi > 0$, por la misma razón.

Cabe señalar que $ii - i$ y $iii - i$ representan las desviaciones de primer orden para las obligaciones **A** y **B**, respectivamente, frente a un choque paralelo de magnitud Δi , y que ambas diferencias son mayores que cero.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Esto significa que la aproximación de primera orden (dado que la segunda derivada de la función-precio es siempre positiva) sobrestima el descenso de valor de ambas obligaciones.

También se debe señalar que vi -v y vii -v representan el error de primer orden para las obligaciones A y B, respectivamente, frente a un choque paralelo de magnitud Δi , y que ambas diferencias son mayores que cero. Esto significa que la aproximación de primer orden (una vez que la segunda derivada de la obligación de precio es siempre Positiva) subestima el aumento de valor de ambas obligaciones en un contexto de choques paralelos.

La principal característica de la convexidad es que cuanto mayor sea la convexidad de una determinada obligación, menor será la pérdida de valor, frente a un aumento paralelo de la tasa de interés, y mayor será la ganancia mediante un descenso de la misma. Para una determinada duración, una obligación o una cartera de obligaciones será tan más convexa cuanto mayor sea la dispersión de sus flujos de caja. En cuanto a la convexidad de una cartera de obligaciones, CA, es dada por la siguiente expresión:

$$\frac{dD}{di} = \left[\frac{P - (1+i)dP/di}{P^2} \right] \frac{dP}{di} - \frac{1+i}{P} \frac{d^2 P}{di^2} \quad (2.1)$$

La convexidad de la cartera es simplemente una media ponderada de las convexidades individuales, donde los pesos X, representan la proporción del valor de cada obligación en la cartera. No es correcto calcular la convexidad de una cartera de obligaciones por la media ponderada, cuando las obligaciones presentan diferentes rendimientos del vencimiento.

La convexidad desempeña un papel crucial en la inmunización de una cartera que contiene activos y pasivos.

2.10.7.1 La visión tradicional de la convexidad

La visión tradicional de la convexidad, expresada en los trabajos de Fabozzi (1988 y 2000), Garbade (1985a), Douglas (1990), Milgrom (1985), Bierwag et al. (1988), Grantier (1988), Krizman (1992), Levin (1985) y Winkelmann (1989), está argumentado de que la convexidad es una característica aceptable en las obligaciones,

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

pero para obtener los inversionistas deben estar dispuestos a aceptar un precio en términos de regreso. Por regla general, la deseabilidad de la convexidad encuentra soporte analítico en hipótesis demasiado restrictivas (e inconsistentes con el equilibrio) para el comportamiento de las tasas de interés, en particular, los choques son del tipo paralelo y no infinitesimal.

2.10.7.2 Definición de convexidad y su ecuación

Se considera que la EPTI, $i(t)$, es una función continua y diferenciable con respecto al tiempo hasta el vencimiento de las obligaciones. Según el Teorema de Weirstrass cualquier función continua y suave de una variable independiente fue expresada por Vasicek & Fong(1982) en términos de una función polinomial de esa misma variable. Sobre la base de estos resultados, se realiza una expansión de Taylor a la EPTI, alrededor de $t = 0$, se queda con:

$$i(t) = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 t^3 + \dots + A_k t^k \quad (2.2)$$

$$A_j = \frac{1}{j!} \left[\frac{d^j i(t)}{dt^j} \right], j = 0, \dots, k$$

y donde $i(t)$ denota la tasa spot a aplicar, en régimen de capitalización continua, a un préstamo de plazo t . Los coeficientes A_0, A_1, A_2, \dots , miden, el nivel (la altura), la inclinación, y la curvatura de la EPTI en el momento actual.

Si se adopta el régimen de capitalización continua (con flujos de caja discretos) y se considera que la EPTI está bien definida por (2.14), el precio de una obligación clásica puede expresarse por:

$$B(i) = \sum_{t=1}^T C_t \cdot \exp \left[- (A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 t^3 + \dots + A_k t^k) t \right] \quad (2.3)$$

La visión tradicional de la convexidad se obtiene asumiendo que la EPTI (estructura plazo de la tasa de interés) sólo está sujeta a choques del tipo aditivo. Con base en ecuación (2.14), un choque aditivo se caracteriza por una variación instantánea y no

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

infinitesimal en el coeficiente A_0 , manteniendo los demás parámetros inalterados. La variación en el precio de la obligación inducida por este choque puede ser estimada a través de una aproximación lineal de Taylor con respecto a A_0 :

$$B_{t=B_0} + \frac{dB}{dA_0} \Delta A_0 + \frac{1}{2!} \frac{d^2 B}{dA_0^2} (\Delta A_0)^2 + \frac{1}{3!} \frac{d^3 B}{dA_0^3} (\Delta A_0)^3 \quad (2.4)$$

Si se calcula las derivadas, se divide ambos lados de (2.16) por el precio y despreciar los términos de orden superior al segundo, se queda con

$$\frac{\Delta B(i)}{B(i)} = -Dm * \Delta A_0 + \frac{1}{2} C (\Delta A_0)^2 \quad (2.5)$$

El término C en (2.17) es conocido por la convexidad de una obligación. La convexidad, se puede calcular en régimen de capitalización continua, mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1}{B(i)} \frac{d^2 B(i)}{di^2} = \frac{1}{B(i)} \sum_{t=1}^{\tau} t^2 c_t \ell^{-t \cdot i(t)} \quad (2.6)$$

Como se observa por la ecuación (2.18), la curvatura de la función precio-tasa de interés ($d^2 B(i) / di^2$) se mide, no por la convexidad (C), como es común encontrarse en los manuales de finanzas, pero por la denominada "Dollar convexity", es decir por $[C' B(i)]$

2.10.7.3 Propiedades y Determinantes de la Convexidad

Los factores que influyen en la convexidad de una obligación clásica, no se aleja de los anteriormente señalados por la duración de Macaulay y también, según Fabozzi (1988 y 2000), Garbade (1985a) y Crack y Nawalkha (1999), por las siguientes propiedades:

1º propiedad: existe una relación inversa entre la convexidad y la tasa de rentabilidad actuarial, es decir a la medida que aumenta la tasa de rentabilidad

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

actuarial (TRA) disminuye la convexidad de una obligación clásica, esta propiedad se domina convexidad positiva.

2º propiedad: para una determinada tasa de interés y el vencimiento, cuanto mayor sea la tasa de cupón de la obligación tanto menor será su convexidad.

3º propiedad: La dimensión temporal de la convexidad de una obligación se da en años.

4º propiedad: Para una determinada TRA y duración de Macaulay, cuanto más baja sea la tasa de cupón, tanto menor será la convexidad.

5º propiedad: la convexidad de una obligación disminuye a medida que la obligación se acerca de lo vencimiento, pero lo hace, a semejanza de la duración, de forma discontinua y con saltos.

Además de estos determinantes, existe un conjunto de factores que influyen en el comportamiento de la convexidad. Si se analiza la relación entre la convexidad, la duración de Macaulay y la medida de dispersión S . Se demuestra que la convexidad puede ser expresada por siguiente ecuación:

$$C = \frac{1}{(1+i)^2} [S + D(D+1)] \quad (2.13)$$

Se comprueba, de este modo, que existe una relación positiva entre la convexidad y la duración. Pero, la relación no es lineal y una función creciente de la duración. La ecuación (2.19) permite también entender que la convexidad depende positivamente de la medida de dispersión S . Esto significa que la convexidad será cuanto mayor sea la dispersión de los tiempos de pago de la obligación en torno a su duración.

Según Douglas (1990), la relación positiva que existe entre la volatilidad de las tasas de interés y los efectos de la convexidad (se trata de las obligaciones de elevada duración), y los efectos asimétricos que la convexidad se producen como consecuencia de modificaciones en la tasa de interés. Efectivamente, los efectos de una decida en las tasas de interés sobre la convexidad son en términos relativos, más pronunciados que en el caso de una subida de las tasas de interés.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

2.10.7.4 Valor de convexidad e implementación para estrategia de inmunización

La importancia de la convexidad en el contexto tradicional está justificada de las siguientes formas:

En primer lugar, la inclusión del término C en (2.17) permite capturar la mayor parte de la volatilidad del precio de una obligación que no se explica por la duración modificada

En segundo lugar, y porque el término (A_0) en (2.17) es siempre positivo, en presencia de Choques aditivos sobre la EPTI la convexidad será siempre beneficiosa para el inversionista.

Para entender mejor se evalúa el significado de estas conclusiones, se examina en el contexto de la estrategia de inmunización, los efectos de un choque aditivo sobre el valor terminal de la sustancia de la cartera. Bajo las hipótesis de la teoría de las expectativas puras, y asumiendo que no ocurre cualquier cambio en la EPTI durante el HTI, el valor final de la cartera se define por:

$$B_H = \sum_{t=1}^T C \cdot \exp \left[A_0(H-t) + A_1(H^2-t^2) + A_2(H^3-t^3) \dots \dots + \right] \quad (2.7)$$

Adoptando procedimientos similares a los usados para derivar (2.17), la aproximación lineal a las variaciones de H B (como resultado de un cambio en θ^A) viene dada por

$$\frac{\Delta B_H}{B_H} \cong (H-D) \Delta A_0 + \frac{1}{2} (C - 2HD + H^2) (\Delta A_0)^2 \quad (2.8)$$

En presencia de choques aditivos sobre la EPTI, el valor terminal se encuentra inmunizado si la duración de la cartera es igual al HTI, i.e, si $D = H$. En este caso (2.21) da lugar a:

$$\frac{\Delta B_H}{B_H} \cong \frac{1}{2}(C - H^2)(\Delta A_0)^2 \cong \frac{1}{2}M^2(\Delta A_0)^2 \quad (2.9)$$

En la ecuación (2.22) la parcela $(C - H^2) = M^2$ es tanto más positiva cuanto mayor es la Convexidad de la cartera. Determinado que un valor superior para $(C - H^2)$ se traduce, de (6.9), en un retorno más elevado a la cartera, para choques aditivos a La maximización de la convexidad (o, de forma equivalente, del M^2) será siempre un objetivo apropiado para la estrategia de inmunización. Atenderse en la paradoja de esta conclusión cuando se analiza a la luz de las recomendaciones de Fong y Vasicek (1984).

2.10.7.5 Convexidad y valor temporal

Los modelos de riesgo de la tasa de interés se vinculan que la variabilidad del retorno de una cartera en resultado de fluctuaciones en las tasas de interés es determinada, exclusivamente por la duración y convexidad por lo que no incorporan el efecto decurrente del pasaje del tiempo. Invirtiendo esta tendencia, los autores Christensen & Sorensen(1994), Chance & Jordan (1996) y Nawalkha (1999) argumentan este hecho en la formulación de las estrategias de gestión del riesgo de tasa de interés, donde Christensen & Sorensen (1994) introducen el concepto de “ valor temporal” (*time value*).

Los autores demuestran que asumiendo el comportamiento dinámico de las tasas de interés es descrito por un proceso estocástico (de un solo factor) consistente con las condiciones de equilibrio, que la presencia del efecto temporal es suficiente para explicar la razón por la cual, choques paralelos sobre una EPTI no horizontal, el fenómeno de la convexidad es compatible con la ausencia de oportunidades de arbitraje.

Esto significa que a la medida en que los choques de tasas de interés se alejan del mercado en los casos en que no se observa ninguna modificación en la EPTI, las potenciales ganancias asociadas a la convexidad pueden ser compensadas por las pérdidas derivadas del paso del tiempo. En otras palabras, existe una compensación entre las ganancias proporcionadas por la convexidad y el valor temporal de la obligación. Christensen y Sørensen (1994) demuestran recurriendo a una cartera con dos

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

activos, que para una cartera inmunizada (en el sentido convencional) existe una relación única entre la convexidad y el valor temporal de las obligaciones que la integran. Más concretamente:

$$\sigma_r^2[C_1 - C_2] = \Theta_2 - \Theta_1 \quad (2.10)$$

donde σ_r^2 representa la varianza del proceso estocástico seguido por la tasa de interés spot, y C_j y θ_j , ($j = 1, 2$) denota respectivamente, la convexidad y el valor temporal.

Los resultados de Christensen & Sørensen sobre el *trade-off* entre la convexidad y el efecto theta ganaron recientemente una fundamentación más rigurosa en el ámbito de los llamados modelos de no arbitraje para la EPTI. A partir de una versión unifactorial del modelo de Heath, Jarrow & Morton (1992), Nawalkha (1999) prueba que la consideración del efecto theta anula el impacto producido por la convexidad en el retorno de la obligación, y que en estas circunstancias las oportunidades de arbitraje son eliminadas. El autor advierte, que la convexidad puede tener un precio, probándolo sobre la base de una versión del modelo de HJM en que se utilizan dos factores para permitir la ocurrencia de choques sobre el nivel y sobre la inclinación de la estructura de tasas forward.

En una perspectiva diferente Chance & Jordan (1996) examinan las ganancias de eficiencia en la estimación de la variabilidad del precio de una obligación, que resultan de la adición del término *theta* en una expansión en serie de Taylor. Recurriendo a simulaciones concluyen de forma inesperada, que en muchos casos la contribución del efecto *theta* (y del término cruzado) para la explicación de la volatilidad supera a la proporcionado por el término convexidad y que, por esta razón, el elemento temporal debe figurar en el análisis de los retornos de una obligación.

2.10.8 **La estrategia de cobertura del riesgo de tasa de interés**

La implementación de la estrategia de cobertura exige según se puede apreciar la identificación de cómo los factores de riesgo varían en el tiempo, atendiendo a los siguientes criterios:

- los métodos directos;
- los métodos indirectos

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Estos dos métodos pueden ser utilizados, a diferencia de la identificación de los factores de riesgo. A continuación, se presenta la siguiente notación:

V_t = Valor en el momento t de la cartera a cubrir;

F_t = Valor en el momento t de la cartera de cobertura, compuesta habitualmente por posiciones en obligaciones clásicas y en futuros:

f_t^j = Valor en el momento t del j ésimo instrumento de cobertura, con $j = 1 \dots J$;

q_t^j = Cantidad (número de unidades) invertida en el j ésimo instrumento de cobertura;

$a_t^k = (a_t^K)_{K=1 \dots K}^T$ valor en el momento t de los k factores que determinan la estructura de riesgo de la cartera. Para estas condiciones, el valor de F_t es determinado por:

$$F_t = \sum_{j=1}^J q_t^j f_t^j \quad (2.14)$$

La segunda etapa en la implementación de la estrategia implica la cuantificación del impacto provocado por una alteración de los factores de riesgo en el valor de la cartera y la solución habitual pasa por el recurso a una expansión en serie de Taylor (aproximación lineal) o en los casos en que el comportamiento de los factores de riesgo es estocástico, por el uso del Lema de Itô

La mayoría de los problemas es suficiente la realización de una expansión de segundo orden. Designando por

$$da_t^k = (da_t^1 \dots da_t^K)_{k=1 \dots K}^T \quad (2.11)$$

el vector de variaciones en los factores de riesgo, entre los momentos t y $t + dt$, tenemos que:

$$dV(a_t) = \nabla V(a_t)^T da_t + \frac{1}{2} da_t^T \nabla^2 V(a_t) da_t + \varepsilon_t \quad (2.15)$$

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

donde ∇f y $\nabla^2 f$ denota, respectivamente, el gradiente y la matriz hessiana para la función f , e , t y g representan los términos residuales en la expansión de Taylor, \cdot simboliza el producto interno de dos vectores.

El principal objetivo de la estrategia de cobertura es lograr que las variaciones en el valor de F_t y V_t , como consecuencia de modificaciones en los factores de riesgo, sean tales que el valor global de la cartera no se altere, es decir:

$$dF(a_t) = \sum_{j=1}^j q_t^j d \int^j(a_t) = -dV(a_t) \quad (2.12)$$

2.10.9 Cobertura de riesgo de tasa de interés

La estrategia de inmunización es estructurada para proteger el valor de la cartera contra alteraciones en la tasa de interés durante de un horizonte temporal del inversionista relativa a minimizar o eliminar la alteración del valor sus posiciones en el mercado a vista. Para cubrir el riesgo de oscilaciones adversas en los factores de riesgo subyacente, el gestor de cartera asume, la mayoría de los casos, posición contraria en los mercados *spot* o en los mercados de derivados. La referida técnica estratégica de cobertura, vamos ver algunos ejemplos las potencialidades y eliminaciones en el mercado de modelo de duración de Macaulay

2.10.10 Innovaciones en los modelos tradicionales de riesgo

El carácter de la convexidad se basa en el argumento de que los choques sobre la EPTI son del tipo paralelo. En este sentido, rechazando este principio, los precursores de la visión moderna de la convexidad, entre los actores que se destacan Kahn y Lochoff (1990), Lacey y Nawlha (1993) y Reitano (1993) ellos demuestran que la consideración de un proceso estocástico alternativo (consistente con las condiciones de equilibrio) que admite simultáneamente choques sobre el nivel y sobre la inclinación de la EPTI, es suficiente para revelar los riesgos potenciales de la convexidad. Además de este aspecto, la visión moderna de la convexidad reconoce la relación entre la curvatura de la función precio-tasa de interés y la medida de riesgo M^2 , e introduce un nuevo elemento en el análisis el valor temporal

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

2.10.11 Instrumentos derivados

Según Lopes; Galdi y Lima (2009) se pueden considerar como derivados aquellos instrumentos financieros que derivan o dependen del valor de otro activo.

Según el International Accounting Standard 39 (NIC 39), los derivados son definidos como una especie de instrumento financiero:

- a) Cuyo valor cambia en respuesta al cambio específico en la tasa de interés, precios de títulos y valores mobiliarios, precios de materias primas, tipo de cambio, índice o tasa de precios, calificación rating o índice de crédito, u otra variable similar a veces llamada Subyacente - *underlyng*);
- b) Que requiere ninguna o una inversión neta inicial en relación a otros tipos de contratos que tengan una respuesta similar a los cambios en las condiciones del mercado;
- c) Que se liquida en una fecha futura.

El Statement of Financial Accounting Standard 133 (SFAS 133 - FASB, 1998) de la misma forma que la NIC 39, define los derivados como instrumentos financieros con las siguientes características específicas:

- La existencia de un elemento objeto para la operación: los valores efectivamente liquidados se calculan sobre la base del comportamiento de este elemento de objeto. Este activo puede ser un precio, una tasa, una cotización, una acción, un *commodity*, etc. es importante que el elemento objeto se refiera al precio de tal activo y no al activo propiamente dicho. A pesar de ello, no hay impedimento para que el elemento objeto sea físicamente transado en la operación, como ocurre a veces en operaciones a término (forwards).
- Inversión inicial inexistente o muy pequeña: la inversión realizada en el contrato debe ser muy pequeña, o nula, cuando se compara con el valor total de la operación. De esta forma, los límites financieros para la entrada del participante en Contrato deben ser mínimos o inexistentes.
- Liquidación de la operación en una fecha futura: las operaciones deben ser liquidadas en una fecha futura, que puede o no estar determinada en el momento de cierre del mismo,

La gestión de riesgo financiero puede ser mejorado si el inversionista puede asegurar el precio de la venta de activos que tienes, como el precio de la compra que irán adquirir

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

en el futuro. Pero los inversionistas tienen esta posibilidad de utilizando los mercados a plazos y los mercados de futuros que permita asegurar los precios de los activos que iban ser entregado en la fecha futura, los todos los contratos que son negociado en este mercado, el vendedor se compromete a entregar al comprador en una fecha futuro acordado entre ambas partes en el contrato, la cantidad de una determinado activo con el precio acordado, y el comprador por su turno compromete pagar en la fecha de adquisición de contrato con el precio establecido en el contrato.

2.10.12 Mercados a plazo y de futuros

Los contratos realizados en los mercados a plazos y en los futuros, estos dos mercados a presentan varias diferencias, en los mercados a plazo, las cantidades negociados y como la fecha de entrega y la liquidación son acordados libremente entre comprador y el vendedor.

En los mercados de futuro los contratos son normalizados en la medida en que cada contrato incide obligatoriamente sobre una determinada cantidad de activos a transaccional y la fecha de liquidación, de entrega son comunes a todos los que intervienen en el mercado.

La normalización de los contratos de futuros en su función de facilitar a cada una de las partes acede de su posición a tercero que viene dar este contrato. Además, permite que un contrato de futuro sea permanente negociado hasta la fecha del vencimiento, lo que facilita los inversionistas a modificación de su posición inicial. Ejemplo: un inversionista en cualquier momento se tornó comprador de un número “X” de contratos de futuros sobre determinado activo, hasta pocos días antes de vencimiento se interesó de comprar una cantidad adicional de contrato o convertirse un vendedor de numero “X” de contratos.

En este sentido el inversionista tiene posibilidad de haciendo la modificación a participación de este contrato en su cartera, pasando comprador líquido al vendedor líquido, si los contratos de que se torna vendedor “X” fuera superior al número de contratos que compró.

En los mercados de futuro los compradores vendedores son obligados a realización del depósito de garantía que son canalizada con el fin de salvaguardar el riesgo de incumplimiento, referida cuenta de depósito so ajustado diariamente atreves e

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

procedimientos de marcación al mercado, que es registrada el depósito o ganancia y pérdidas que acontece por la variación de la cotización de contrato de futuro.

Cuando el inversionista adquirió en la fecha (t) la posición de comprador de un contrato de futuro por el precio F_t , que este puede ser negociado hasta la fecha $t + T$ y realizando un depósito de fondo de garantía en el valor “X”, la variación de este depósito hasta la última fecha de negociación

2.10.12.1 Relación que existe entre dos contratos de futuros con la fecha de vencimientos diferente.

La relación entre los precios de dos contratos de futuros sobre el mismo activo subyacente, pero con fecha diferente, la relación es determinada por la tasa de interés implícitas en la estructura de plazo de la tasa de interés para el período entre las fechas de vencimientos de los dos futuros. Siendo así se puede considerar que t es el momento presente y $t + \tau_1$ y $t + \tau_2$, a las fechas de vencimiento del primero y el segundo contrato, se representa en t los precios del primer contrato por $F(1)_t$, y del segundo por $F(2)_t$, siendo conocida la estructura de plazo de las tasas de interés por este modo se puede determinar la tasa de interés implícita al ser fijada en $t + \tau_1$, con el plazo igual a $\tau_2 - \tau_1$: $R_t^j + \tau_1, \tau_2 - T_1$ para su mejor comprensión se propone el siguiente ejemplo: se supone que un inversionista decide en el momento t , comprar el primero contrato y vende el segundo contrato, esto demuestra que iba detener el activo subyacente en su cartera de inversión durante el período medio entre las fechas de vencimiento de dos contratos, la operación financiera tiene un costo que es dado por la referida tasa de interés implícita. Se supone que los activos subyacentes al contratos de futuros es una obligación que paga el cupón C , la fecha $t + \tau_2$. Aquí se presenta la ecuación para calcular la ganancia líquida obtenida en esta operación:

$$G = F(2)_t - F(1)_t(1 + R_t^j + T_1, T_2 - T_1)^{T_2 - T_1} + C \quad (2.16)$$

El equilibrio se verifica en el mercado de futuros cuando la ganancia es nula, y si fuera positivo, la demanda de contrato aumenta con el vencimiento más próximo y con el precio a subir al mismo tiempo que la oferta de contrato aumenta con vencimiento más alargado y con el precio a disminuir y este fenómeno hace con que G se adquiere el

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

valor cero. En caso contrario G como está definida en la ecuación (2.29), se fuera negativo, desencadena operaciones de arbitraje de sentido contrario donde consiste en la venta del contrato con fecha de vencimiento en $t + \tau_1$ y acompañada con la venta a descubierta de la obligación subyacente y de compra del contrato con vencimiento en $t + \tau_2$

En consideración de resultado de estas operaciones, el precio del contrato con plazo más corto disminuye, mientras el contrato con plazo más largo, el precio aumenta y trae como la consecuencia la eliminación de las oportunidades del arbitraje. En la ecuación que se representa posteriormente es la relación de equilibrio entre los precios de dos contratos de futuros con sus respectivos plazos diferentes:

$$F(2)_\tau = F(1)_\tau (1 + R_\tau^i + T1, t2 - T1)^{T2 - T1} - c \quad (2.17)$$

En el caso particular donde que la obligación subyacente al contrato no paga cualquier cupón entre las fechas de los respectivos vencimientos, la relación entre los precios de los dos contratos de futuros es determinada exclusivamente por las tasas de interés implícitas en la estructura de plazo de las tasas de interés:

$$\frac{F(2)_\tau}{F(1)_\tau} = (1 + R_\tau^i + T1, t2 - T1)^{T2 - T1} \quad (2.18)$$

Referido a la última igualdad, las tasas de interés implícitas en la estructura de plazo de interés se pueden calcular utilizando precios de dos contratos de futuros sobre el mismo activo subyacente con las fechas de vencimientos diferentes.

2.10.12.2 Mercado de swaps

La operación de swap se originó según Lozardo (1999), por la necesidad de firmas y bancos de intercambiar flujos financieros remunerados a tasas prefijadas por flujos remunerados a tasas post-fijadas. En esta línea de pensamiento, Carvalho (1999) explica que swap es un contrato entre dos agentes que acuerdan intercambiar flujos de caja futuros en la misma moneda o en monedas diferentes con reglas establecidas entre las

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

partes. Es importante señalar que el flujo de caja descrito en el contrato debe basarse en precios o índices de conocimiento público y de divulgación independiente de los agentes contratantes.

En la concepción de Lopes, Galdi y Lima (2009), swap es una estrategia financiera en la que dos partes acuerdan intercambiar flujos de caja futuros de manera preestablecida, es decir, acuerdos privados entre dos empresas, respetando una fórmula preestablecida y pueden considerarse carteras de contratos a términos. De esta forma, se puede decir que el análisis de swaps es una extensión natural del estudio de contratos futuros y de término.

Hull (2004) explica que las organizaciones practican este tipo de operaciones intentando minimizar el grado de exposición a los riesgos financieros, por medio de una mayor compatibilización entre los indexadores de las cuentas del activo y del pasivo. Para que el contrato sea liquidado anticipadamente, es necesario que haya un acuerdo entre las partes, pero la mayoría de las veces se liquidará en su vencimiento.

2.10.12.3 Mercado de opciones

Las opciones son productos derivados que se utiliza en los mercados financieros que tuvo inicio en la década setenta, en los Estados Unidos y que al largo de las últimas décadas se ha empleado a los mercados financieros de muchos países.

Una opción, es un contrato en que una de las partes, el comprador (una posición larga en la opción)” adquiere a otra o subscritor (posición corta en la obligación)” el derecho de comprar o de vender, que se quiera en una cantidad de un activo por un precio específico (precio de ejercicio) en una fecha futura (opción europea) o al largo de un determinado período (opción americana).

Este mercado se destina a la protección de acciones, en él se negocian contratos para compra y venta de lotes de acciones con precios y plazos de ejercicio preestablecidos, donde el titular de una opción paga un premio, pudiendo ejercerlo hasta la fecha de vencimiento o revenderlo cuando lo considere necesario. Según Silva Neto (2000), argumentando que las opciones son una de las modalidades operativas que componen el mercado de derivados y son instrumentos financieros que permiten la transferencia del riesgo de oscilación de precios entre los participantes del mercado. Una opción es un derecho, pero no una obligación, de comprar o vender un bien, un activo o contrato futuro, con precio y fecha predeterminados.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Para Phipps & Karow (2000), la opción es un instrumento que da a su titular o Comprador un directo futuro sobre algo, pero no una obligación; a su vendedor una obligación futura, si el solicitante lo solicita al comprador. Cuzman & Dima (2010), enfatizan que el titular de una opción tiene el derecho de hacer algo, el cual, necesariamente no necesita ser ejercido. Este hecho diferencia los contratos futuros de las opciones, pues el comprador de un contrato futuro asume un compromiso de comprar un bien por determinado precio en una fecha futura, ya el poseedor de una opción de compra puede elegir si va a comprar el bien por determinado precio en una fecha futura

Silva Neto (2000), evidencia que existen básicamente dos tipos de opciones, Son opciones de compra o *calls*, y opciones de venta o *puts*. La primera proporciona al titular el derecho de comprar el activo, objeto de transacción y la segunda proporciona al titular la potestad de vender el activo, ambas a un precio predeterminado hasta cierta fecha. Para una mejor comprensión, en el cuadro 01, se presenta un resumen de las principales diferencias y similares entre los contratos de duración determinada, los swaps y las opciones.

Tabla 1 Diferencias entre los contratos al futuro, swap y opciones

Descripciones	Futuros	Swap	Opciones
Premio	No existe	No existe	Existe
Negociación	Bolsa	Balcón	Bolsa/balcón
Vencimiento	Determinada por la bolsa	A combinar	Determinada por la bolsa
Valor de referencia	Múltiplos de valor del contrato	A combinar	Múltiplos de valor del contrato
Ajuste diaria	Diaria	No hay	No ha
Reventa	Frecuente	No hay	Frecuente
Contrato	Estandarizado	A combinar	Estandarizado
Entrega del activo	No es común	No hay	Común
Liquidación	Diaria	Final	Diaria/final
Liquidez de la posición	Alta	Bajo	Alta(bolsa) baja(balcón)

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Referencia del lucro	Valor del contrato	Valor del contrato	Precio del ejercicio
Riesgo de crédito	Un día	Hasta el vencimiento	Un día(bolsa)/hasta el vencimiento (balcón)

2.10.12.4 Las opciones con valor limitados

En los mercados donde las opciones se negocian hasta que se ejercen o expiran, se establecen precios para estos activos derivados, que reflejan la influencia de los siguientes factores:

- ✓ El precio corriente del activo que les está subyacente y su proceso estocástico.
- ✓ El precio de ejercicio de la opción.
- ✓ El plazo de ejercicio.
- ✓ Las tasas de interés de mercado.
- ✓ La existencia de ingresos a pagar, antes de la fecha en que la opción expira, por el activo subyacente como los cupones, en el caso de que este activo sea una obligación.

2.10.12.5 Los límites máximos del valor de las opciones de compra

En el desarrollo siguiente se va a utilizar la notación C_E para representar las opciones de compra europeas y C_A para las opciones de compra americana. Las opciones de compras americanas o europeas, tiene como límite superior el precio de activo subyacente. Para demostrar esta afirmación se considera a un inversionista que en la fecha t , puede optar por una de las siguientes inversiones alternativas:

- a) Comprar, por el precio $C_{E,t} (=C_{A,t})$ Una opción de compra europea (americana), que expira en la fecha $t + n$, y cuyo precio de ejercicio es E , sobre una obligación.
- b) A comprar la obligación subyacente a esta opción, por el precio $P_{t,n}$

La tabla siguiente permite hacer la comparación de los valores de estas dos carteras alternativas, en la fecha t , y en la fecha $t + n$, teniendo en cuenta que en esta última existen dos situaciones posibles en cuanto al ejercicio de la opción:

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Tabla 2 Comparaciones de dos carteras alternativas en los límites máximos

fecha	T	t+T	
cartera		$P_{t+\eta, n-\eta} < E$	$P_{t+\eta, n-\eta} < E$
a) Call	$C_{E,t}(-C_{A,t})$	0	$P_{t+\eta, n-\eta} - E$
b) Obligación	$P_{t,n}$	$P_{t+\eta, n-\eta}$	$P_{t+\eta, n-\eta}$

Fuente: adaptación de Soares da Fonseca et al (1999)

Puesto que el activo subyacente, en este caso la obligación, vale más que la opción, sea europea o americana, en cualquiera de las dos situaciones que pueden suceder en $t+T$, el valor de mercado de la opción, en el momento t , es inferior al del activo subyacente.

En el caso de que el valor de "call" sea igual al del activo subyacente, el inversionista podría obtener una ganancia sin riesgo con inversión nula, si en el momento t vendiera la "call", y aplicará al producto de la venta en la compra del activo subyacente.

2.10.12.6 Los límites inferiores del valor de las opciones de compra: cuando el activo subyacente no paga intereses antes de la fecha en que expira la opción

Si la opción de compra se refiere a una obligación con opciones, la restricción que a continuación se describe, se verifica desde que no haya lugar al pago de cualquier cupón hasta la fecha de ejercicio, en este caso, se trata de una opción europea, durante el período plazo de ejercicio, este se trata de una opción americana. Si el activo subyacente es una obligación de cupón cero, esta restricción se produce inevitablemente. En el caso de activo subyacente, de no ser un título de deuda, sino de acciones de una empresa, por analogía con las guías con cupones, esta restricción se aplica siempre que no haya dividendos a pagar hasta que la opción expire. Por lo que se debe analizar esta restricción para las opciones europeas, considerando el caso de un inversionista que, en la fecha t , puede elegir una de las dos siguientes inversiones alternativas:

a) comprar, por el precio $C_{E,t}$, una opción de compra europea, cuya fecha de ejercicio es $t + n$, y cuyo precio de ejercicio es E sobre una obligación.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

El activo subyacente, en este caso, la obligación, vale más que la opción es válido tanto europea como americana, en cualquiera de las dos situaciones puede ocurrir que $t+1$ es el valor de mercado de la opción, en el momento t , es necesariamente inferior al del y en la opción americana queda representada las siguientes de desigualdades:

Figura 2-13

$$C_{E,t} < P_{t,n}$$

y

$$C_{A,t} < P_{t,n} \quad (2.13)$$

En el caso de que el valor de "call" sea igual al del activo subyacente, el inversionista podría obtener una ganancia, si el riesgo con inversión es nulo, si en el momento t , vendiera la "call" y se aplicará el producto de la venta en la compra del activo subyacente.

2.10.12.7 Los límites inferiores del valor de las opciones de compra, caso en que el activo subyacente no paga intereses antes de la fecha en que expira la opción

Si la opción de compra se refiere a una obligación con cupones, la restricción, que a continuación se describe, se verifica desde que no haya lugar al pago de cualquier cupón hasta la fecha del ejercicio, en este caso, se trata de una opción europea o durante el período se puede ejercer hasta el plazo, entonces se estaría hablando de una opción americana. Si el activo subyacente es una obligación de cupón cero, esta restricción se produce inevitablemente. En el caso de activo subyacente, no ser un título de deuda, sino acciones de una empresa por analogía con las guías con cupones, esta restricción se aplica siempre que no haya dividendos a pagar hasta que la opción expire, lo que merita que se debe analizar esta restricción para las opciones europeas, considerando el caso de un inversionista que en la fecha t , puede elegir una de las dos siguientes inversiones alternativas:

a) comprar, por el precio $C_{E,t}$ una opción de compra europea, cuya fecha de ejercicio es $t + n$, y cuyo precio de ejercicio es E , sobre una obligación;

La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.

b) comprar la obligación, por el precio $P_{t,n}$ y contraer un préstamo de valor igual a $E / \ell^{\eta_{rt}, \eta}$, el cual corresponde al valor del precio de ejercicio, actualizado para la fecha t .

La tabla siguiente permite comparar los valores de estas dos carteras alternativas, en la fecha t , y en la fecha $t+\eta$, teniendo en cuenta, en relación a esta última, las dos situaciones posibles cuando las actividades de la opción:

Tabla 3 Comparaciones de dos carteras alternativas en los límites inferiores sin pago de interés

fecha	t	T+η	
cartera		$P_{t+\eta, n-\eta} < E$	$P_{t+\eta, n-\eta} > E$
a) call	$C_{E,t}$	0	$P_{t+\eta, n-\eta} - E$
b) Obligación + el endeudamiento	$P_{t,n}$ $- E / \ell^{\eta_{rt}, \eta}$	$P_{t+\eta, n-\eta} - E$ (<0)	$P_{t+\eta, n-\eta} - E$

Fuente: adaptación de Saores da Fonseca et al (1999)

La situación más desfavorable para la compra de "call-option", en la fecha de ejercicio $P_{t+\eta} < E$, al verificarse, hace que ésta tenga valor nulo, lo que perjudica la cartera constituida por la compra del activo subyacente y endeudamiento, que tendrá en esas circunstancias, un valor negativo. En la situación $P_{t+\eta} < E$, las dos carteras tendrán el mismo valor en la fecha de ejercicio para que no haya oportunidad de arbitraje, el valor del valor "call-option" debe ser igual o superior al del portfolio compuesto por la obligación subyacente y el endeudamiento, lo que se traduce en la siguiente desigualdad:

$$C_{E,t} \geq P_{t,n} - \frac{E}{\ell^{\eta_{rt}, \eta}} \quad (2.14)$$

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Si esta desigualdad no se verifica, es decir, si el valor de la "call-option" fuera inferior al de la otra cartera, promueven oportunidades de arbitraje, si el riesgo consistía en comprar el "call" a través de la venta al descubierto de la otra cartera.

La desigualdad que representa esta ecuación (2.32) implica que se verifica también $C_{E,t} \geq P_{t,n} - E$, lo que significa que el precio de la opción es siempre superior a su valor intrínseco, o sea que su valor temporal es siempre positivo. La restricción

representada por la desigualdad en esta ecuación ($C_{E,t} \geq P_{t,n} - \frac{E}{e^{\eta t, \eta}}$) se aplica también

a las opciones americanas, sobre la base del principio de que, si una opción americana es mayor a las restantes en cuanto a características es igual a una opción europea, su valor tiene que ser igual o superior al de ésta, dado que da al comprador un abanico de posibilidades en cuanto al momento de ejercicio de la opción. De este modo, puede sostenerse que también el valor de opciones americanas tiene un límite inferior representado por la desigualdad siguiente:

Figura 2-15

$$C_{E,t} \geq P_{t,n} - \frac{E}{e^{\eta t, \eta}} \quad (2.15)$$

Dado que ningún poseedor de una opción aceptará venderla por un valor negativo, tendrá en el mínimo un valor nulo, lo que significa que el valor de una opción de compra, sea europea o americana, es mayor o igual al máximo de los dos valores en la siguiente desigualdad:

$$C_t \geq \text{Max}(0, P_{t,n} - \frac{E}{e^{\eta t, \eta}}) \quad (2.16)$$

2.10.12.8 Los límites inferiores del valor de las opciones de compra, cuando el activo subyacente paga intereses hasta la fecha en que expira la opción

Analizando las opciones europeas, designadas por "t" la fecha de decisión del inversionista, $t + \eta$, la fecha de ejercicio de una "call-option" sobre una obligación, que paga un cupón, C, en la fecha $t + v$, situada entre t y $t + \eta$.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Se admite que en la fecha t el inversionista se puede elegir uno de los siguientes inventarios alternativos:

- a) comprar, por el precio $C_{E;t}$, una opción de compra europea sobre una obligación, cuya fecha de ejercicio es $t + \eta$, y cuyo precio de ejercicio es E ;
- b) Comprar la obligación por el precio $P_{t;\eta}$, y contraer dos préstamos, uno de valor igual a $E/e^{\eta r_{t,\eta}}$, el cual corresponde al valor del precio de ejercicio, actualizado para la fecha t , y otro de valor igual a $c / e^{VT_{t,v}}$ (valor del cupón actualizado para la fecha t).

El cuadro siguiente permite comparar los valores de estas dos carteras alternativas, teniendo en cuenta los flujos de caja a los que dan lugar en las tres fechas mencionadas:

Tabla 4 Comparaciones de dos carteras alternativas en los límites inferiores con pago de interés

Fecha		T+v	t+η	
Cartera				$P_{t+\eta,n-\eta} > E$
a) Call		0	0	$P_{t+\eta,n-\eta} - E$
b) Obligación + Endeudamiento	$P_{t,n}$ $- E / \ell^{\eta r_{t,n}}$ $- C / \ell^{VT_{t,v}}$	$c-c=0$	$P_{t+\eta,n-\eta} - E$ (<0)	$P_{t+\eta,n-\eta} - E$

Fuente: adaptación de Soares da Fonseca et al (1999)

El análisis de los valores de dos carteras, indicados en la tabla anterior principalmente los que refieren a las dos situaciones posibles en la fecha de ejercicio del “Call”, demuestra que, para que no exista oportunidades de arbitraje, el valor de este, en la fecha t , debe ser superior al de la cartera b) o sea:

$$C_{E,t} \geq P_{t,n} - \frac{E}{\ell^{\eta r_{t,n}}} - \frac{C}{\ell^{VT_{t,v}}} \quad (2.17)$$

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

La comparación de desigualdad $C_{E,t} \geq P_{t,n} - \frac{E}{\ell^{\eta r_{t,n}}} - \frac{C}{\ell^{VT_{t,v}}}$ con la desigualdad

$C_{E,t} \geq P_{t,n} - \frac{E}{\ell^{\eta r_{t,n}}}$ permite concluir que la existencia de cupones a pagar por la obligación subyacente, antes de la fecha de ejercicio de una opción de compra europea afecta negativamente el valor de esta.

La explicación para esta relación inversa radica en el precio de la obligación sobre una decida con el pago de cupón que perjudica la rentabilidad de opción que viene ser ejercida.

La existencia de cupones a pagar antes de la fecha en que la opción expira, conllevar a que esta tenga un valor inferior al su valor intrínseco o su valor temporal puede ser negativo y sea representado por esta ecuación:

$$P_{t,n} - \frac{E}{\ell^{\eta r_{t,n}}} - \frac{C}{\ell^{VT_{t,v}}} < P_{t,n} - E \quad (2.18)$$

En esta ecuación se verifica cuando el valor de cupón es superior al límite siguiente:

$$C > \left[-\frac{1}{\ell^{\eta r_{t,n}}} \right] \ell^{VT_{t,v}} \quad (2.19)$$

Es necesaria esta condición para que valor temporal de opción de compra sea negativo, eso ocurre cuando el valor del cupón es muy elevado o respectiva fecha de pago, es muy próxima de la fecha de ejercicio de la opción. En este caso las opciones americanas, con la verificación del valor temporal negativo puede llevar el inversionista a ejercerla inmediatamente.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

2.10.12.9 Los límites superiores del valor de las opciones de venta

Existen diferencias entre los límites superiores de las opciones de venta europea y americana al contrario que acontece con las opciones de compra. A continuación se utilizará la notación PU_E para representar las opciones de venta europea y PU_A para las opciones de venta americanas. A continuación, se expondrá como se opera con las opciones de venta europea, considerando las dos inversiones alternativas:

- a) Comprar por el precio $PU_{E,t}$, una opción de venta europea, cuya fecha de ejercicio es $t + \eta$, y cuyo precio de ejercicio es E, sobre una obligación que tiene valor presente es $P_{t,n}$,
- b) Aplicar en billetes del tesoro el montante igual al valor actual del precio de ejercicio de la opción $E / \ell^{\eta r_{t,n}}$. En esta tabla siguiente vamos ver, cuales son los valores posibles de cada una de estas dos carteras, en la fecha de ejercicio de la opción.

Tabla 5 Comparaciones de dos carteras en los límites superiores de venta

Fecha	t	t+η	
Cartera		$P_{t+\eta,n-\eta} > E$	$P_{t+\eta,n-\eta} > E$
a) Put	$PU_{E,t}$	$E - P_{t+\eta,n-\eta}$	0
b) B. Tesoro	$E / \ell^{\eta r_{t,n}}$	E	E

fuente: adaptación de Soares da Fonseca et al (1999)

Se entiende que en la fecha del ejercicio de la opción, el valor de “Put”, en cualquier de las circunstancias, es inferior al de los billetes de Tesoro y también los respectivos valores en el momento t , a continuación se presenta la ecuación de desigualdad

$$PU_{E,t} \leq E / \ell^{\eta r_{t,n}}.$$

Teniendo en cuenta que las opciones americanas pueden ser ejercida en cualquier momento, tenemos una iniciativa de comprar, para la determinación del límite superior del precio de estas opciones, la compra en la fecha t . de una “Put” americana, con la compra de billetes de Tesoro de valor igual al del precio de ejercicio de esta opción. Si

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

se analiza la fecha en que vencen los billetes de Tesoro es $t + \gamma$, anterior a la fecha en que expira la opción, intuye que está también puede ser ejercida en $t + \gamma$.

Tabla 6 Comparaciones de dos carteras en los límites superiores de ventas

Fecha	t	t+γ	
Cartera		$P_{t+\gamma, n-\gamma < E}$	$P_{t+\gamma, n-\gamma > E}$
a) Put	$PU_{E,t}$	$E - P_{t+\gamma, n-\gamma < E}$	0
b) B. Tesoro	E	$E \ell^{\gamma \tau_{t,\gamma}}$	$E \ell^{\gamma \tau_{t,\gamma}}$

fuente: adaptación de Soares da Fonseca et al (1999)

Dado que la inversión del importe E, en billete de Tesoro, tiene en cualquier fecha posterior un valor superior al valor obtenido con ejercicio de una “put” americana con el precio de ejercicio igual a E, con falta de la oportunidad de arbitraje implica, que la relación entre los precios presente de las dos inversiones satisface la desigualdad.

$$PU_{E,t} \leq E$$

2.10.12.10 Los límites inferiores del valor de las opciones de venta cuando el activo subyacente no paga intereses antes de la fecha de ejercicio de la opción

Como acontece con los límites superiores y también límites inferiores del precio de las opciones de venta europeas son diferentes de las opciones americanas.

Se comenzará analizar el límite del precio de las primeras, considerando la compra en el momento t, de una cartera constituida a través de las siguientes operaciones:

- Comprar, por el precio $PU_{E,t}$, de una opción de venta europea sobre una obligación, que tiene fecha de ejercicio es $t + \eta$, y también con el precio de ejercicio es E.
- Compra de una obligación de subyacente a la opción de venta por el precio $P_{t,n}$ y;

Obtención de un préstamo de valor igual a $E / \ell^{\gamma \tau_{t,\gamma}}$

La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.

En la tabla siguiente están representados los valores de los componentes de esta cartera en las fechas t , y $t + \eta$, considerando en relación a esta última las dos situaciones posibles cuanto al ejercicio de la opción:

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Tabla 7 Comparaciones de los carteras en los límites inferiores sin pago de interés

Fecha	t	t+η	
		$P_{t+\eta,n-\eta} < E$	$P_{t+\eta,n-\eta} > E$
Put	$PU_{E,t}$	$E - P_{t+\eta,n-\eta}$	0
Obligación	$P_{t,n}$	$P_{t+\eta,n-\eta}$	$P_{t+\eta,n-\eta}$
Endeudamiento	$-E / \ell^{nr_{t,n}}$	-E	-E

Fuente: adaptación de Soares da Fonseca et al (1999)

El valor del portafolio en la fecha $t + \eta$, es nulo se $P_{t+\eta,n-\eta} < E$, o igual a $P_{t+\eta,n-\eta} - E$, se $P_{t+\eta,n-\eta} > E$, luego su valor en t debe ser positivo o nulo, lo que implica que:

$$PU_{E,t} \geq \frac{E}{\ell^{nr_{t,n}}} - P_{t,n} \quad (2.20)$$

Esta desigualdad es dada, porque el precio de una opción de venta sea inferior al su valor intrínseco, desde que sea positivo, no siendo posible, que el valor de la opción descende por debajo de cero. De este modo el valor de una “put” europea sea igual o mayor que el máximo de los dos siguiente:

$$PU_{Et} \geq \max(0, \frac{E}{\ell^{nr_{t,n}}} - P_{t,n}) \quad (2.21)$$

Esta restricción no se verifica en las opciones americanas porque eso se puede ejercer en cualquier momento, permitiendo así que su tenedor obtenga por lo menos respectivo valor intrínseco. Dando cuenta que la opción no puede tener un valor de mercado negativo, el valor de una opción de venta americana es mayor o igual que el máximo de los dos valores mencionado en la desigualdad siguiente:

$$PU_{At} \geq \max(0, E - P_{t,n}) \quad (2.22)$$

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

2.10.12.11 Los límites inferior del valor de las opciones de venta, cuando el activo subyacente paga intereses hasta a la fecha de ejercicio de la opción.

Cuando se trata de cupones, se el activo subyacente fuera una obligación o dividendo, se fuera una acción, pagando ante de la fecha en que expira una opción de venta, eso provoca un efecto positivo sobre el precio de esta, al contrario que acontece con la opción de compra.

La explicación de la contribución positiva que tiene la existencia cupón (prima) a pagar durante la vida de la opción de la venta, hace con que la perspectiva de recibir cupones (primas) tornándose más atractivas para la toma de posición larga en la obligación subyacente.

Se puede observar las implicaciones de los cupones a pagar por la obligación subyacente sobre el precio de las “put” europea considerando que la compra se realice en el momento t , de una cartera constituida a través de las siguientes operaciones:

- Se compra por el precio $PU_{E,t}$, de una opción de venta europea sobre una obligación, que tiene fecha de ejercicio es $t + \eta$ y con el precio de ejercicio es E ;
- Se realiza compra de una obligación subyacente a la opción de venta por el precio $P_{t,\eta}$ pagando un cupón, c , en la fecha $t + v$, que está situada entre t y $t + \eta$;
- Adquisición de un empréstito en el valor de $E / \ell^{\eta r_{t,n}}$, y
- Obtención de un préstamo en el valor de $E / \ell^{VT_{t,v}}$ (valor de cupón actualizado para la fecha t).

La tabla siguiente representa los valores de las componentes de esta cartera en las fechas t , y $t + \eta$, considerando en relación a esta última las dos situaciones posibles cuanto al ejercicio de la opción:

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Tabla 8 Comparaciones de los carteras en los límites inferior con pago de interés

Fecha	t	t+v	t+η	
			$P_{t+\eta,n-\eta} < E$	$P_{t+\eta,n-\eta} > E$
Put	$PU_{E,t}$	0	$E - P_{t+\eta,n-\eta}$	0
Obligación	$P_{t,\eta}$	c	$P_{t+\eta,n-\eta}$	$P_{t+\eta,n-\eta}$
Endeudamiento	$-E / \ell^{\eta r_{t,n}}$		-E	-E
Endeudamiento	$-E / \ell^{VT_{t,v}}$	-c		

Fuente: adaptación de Soares da Fonseca et al (1999)

El valor del portafolio abordado en la fecha $t + \eta$ es nulo, se $P_{t+\eta,n-\eta} < E$, o igual a $P_{t+\eta,n-\eta} - E$, se $P_{t+\eta,n-\eta} > E$, pues su valor en t debe ser positivo o nulo, lo que implica la verificación de siguiente desigualdad:

$$PU_{E,t} \geq \frac{E}{\ell^{\eta r_{t,n}}} + \frac{C}{\ell^{v\tau_{t,v}}} - P_{t,n} \quad (2.23)$$

La opción no será negociada por un valor negativo, y su precio será siempre superior al máximo de los dos referidos en la desigualdad siguiente:

$$PU_{E,t} \geq \max(0, \frac{E}{\ell^{\eta r_{t,n}}} + \frac{C}{\ell^{v\tau_{t,v}}} - P_{t,n}) \quad (2.24)$$

Se la opción de venta americana tuviera un precio superior al su valor intrínseco no será ejercida anticipadamente, siendo este valor es positivo o mayor del cero. Estas condiciones, que están representadas por las desigualdades ($PU_{A,t} \geq \max(0, E - P_{t,n})$) implica que existe un cupón a pagar por la obligación subyacente durante la vida de la opción, que se verifica con la desigualdad siguiente:

$$\frac{E}{\ell^{\eta r_{t,n}}} + \frac{C}{\ell^{v\tau_{t,v}}} - P_{t,n} > E - P_{t,n} \quad (2.25)$$

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

que, simplificada, traduce la siguiente restricción cuando al valor del cupón:

$$C > E \left[-\frac{1}{e^{nr_{t,n}}} \right] e^{v\tau_{t,v}} \quad (2.26)$$

La restricción sobre el valor de cupón significa hacer una interpretación intuitiva, donde el comprador de la opción de venta americana no ejercerá se el valor del cupón que iba a recibir por la detención de la obligación subyacente fuera atractivo, teniendo en cuenta el precio de ejercicio de la opción de las tasas de interés corrientes.

3 CAPÍTULO 3 – ANÁLISIS DE LA EMPRESA CORTICEIRA AMORIM (2016)

3.1 Caso de estudio

En cualquier actividad empresarial que se realice, Corticeira Amorim fundada en 1870, localizada Rua de meledas nº 380 Mozelos, con el volumen de los negocios superior a 500 millones de euros, está expuesta a los riesgos financieros, entre los cuales se destacan los riesgos de mercado (riesgo cambial y el riesgo de la tasa de interés), riesgos de créditos, liquidez y riesgo capital. A continuación, se ofrece una posición de dirección de la empresa al respecto. explicación:

Riesgo de mercado (riesgo cambial y el riesgo de la tasa de interés)

- *en cuanto Riesgo cambial:* la dirección de la empresa definió una política de cobertura de riesgo cambial que abarca todos los activos resultantes de las ventas de principales, divisas y los pasivos resultantes de la compra de USD. Con respecto a las encomiendas hasta 90 días, los responsables del departamento de Unidad de Negocio toman la decisión conforme al comportamiento de los mercados cambiales y en cuantos, a las coberturas de las encomiendas de 90 días, dichos responsables de este departamento consideran que la decisión debe ser tomada por la dirección administrativa de la empresa.

El montante de la exposición del grupo de activos y pasivos financieros en moneda extranjera y también nacional contiene una cobertura hasta 31 de diciembre de 2016, cualquiera variación que ocurra en el ámbito principal divisas con respecto al euro (particularmente USD) no afectará resultados consolidados del grupo, en cuanto las encomiendas que están cubierta serían registradas en capital propio.

- *Riesgo de tasas de interés:* A finales de los años 2015 y 2016 el total de la divida fue de 25 millones de euros y vencían las tasas de interés a una tasa fija por el período de 10 años. Este riesgo resulta de préstamos que se le fue otorgados a la empresa con una condición de tasas variables (en año 2015 el valor es 13,2 millones de euros y en el año siguiente 2016 el valor escinde 16,2 millones de euros), lo que revela que la empresa se endeudó más en 2016 que en el año anterior. La tasa a final del 2016, si la tasa hubiera sido de 0.1 puntos

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

porcentuales más elevada manteniendo los restantes variables constante, hace que los resultados antes impuestos serían más bajos cerca de los 62 millones de euros y 91 miles en 2015, resultado de aumento en el costo del financiamiento con divida con la tasa variable.

Riesgo de crédito

- Este riesgo es el resultado de los incumplimientos por partes de los clientes que no cumplen con sus obligaciones de pagos. Por este motivo el departamento financiero se encarga de evaluar a los clientes teniendo en cuenta su historial de relación comercial, su estado financiero y también otras informaciones útiles que se pueden obtener a través de las diferentes sucursales de la empresa.

Además, los límites de créditos permiten ser analizados y revisados regularmente si es necesario.

Riesgo de liquidez

- La dirección financiera de la empresa, analiza regularmente el Cash-Flow, previsión para asegurar y mantener liquidez suficiente para satisfacer las necesidades operacionales simultáneamente y dar firmeza al cumplimiento a las obligaciones asociadas a las varias líneas de financiamiento. Las ganancias de la empresa son invertidas en depósitos a corto plazos.

A continuación, se muestra una tabla que explica el historial de los Cash-Flows en los descuentos estimados por vencimiento de contrato para los pasivos financiero:

Tabla 9 Analises de Cash-Flows

	Hasta 1 años	Del 1 a 2 año	Del 2 a 4 años	Mãs de 4 años	Total
Deuda remunerada	50146 M€	1916 M.€	5916 M€	33379 M€	91357 M€
Otros prestimo obtidos y credores divisa	44259 M€	3538 M€	6287 M€	191 M€	54275 M€
Fornecedores	109985 M€				109985 M€
Total a 31/12/2015	215589 M€	5454 M€	12203 M€	33570 M€	266816 M€

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Divi remunerada	48399 M€	3140 M€	10469 M€	25000 M€	87008 M€
Otros préstamos obtidos y credores div	44509 M€	3138 M€	6061 M€	873 M€	54581 M€
Fornecedores	109985 M€				109985 M€
Total a 31/12/2016	202894 M€	6278 M€	16530 M€	25873 M€	251575 M€

Fuente: adaptación de departamento financiera de Corticeira Amorim (2016)

La cobertura del riesgo de liquidez es lograda por existencia de un conjunto de líneas de créditos disponibles y también con la existencia de depósitos bancarios.

La reserva de liquidez es compuesta por líneas de créditos que no se utilizan y son válidas para la caja equivalente del final de año, que evidencia dar una señal positiva estimada para año 2017.

Tabla 10 Evolución de Créditos no utilizados

	2017
Saldo inicial	168 M€
Flujo de las actividad operacionales	115 M€
Pagamentos de inversiones	-39 M€
Pagamento de tasa de interés y dividendo	-23 M€
Pagamentos de imposto sobre rendimento	-25 M€
Flujo financiero	-70 M€
Saldo final	126 M€

Fuente: adaptación de departamento financiera de Corticeira Amorim (2016)

El flujo de la caja al finalizar el 2017, la línea de crédito no utilizada es la misma que inicio el año, aproximadamente 10 millones de euros.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

Riesgo de capital: Con el objetivo de disminuir este tipo de riesgo la dirección de la empresa toma precaución, de poder garantizar la continuidad de las operaciones con finalidad de rentabilizar remuneración a los accionistas con sus respectivos beneficios correspondientes. Para asegurar este objetivo es fundamental una gestión responsable y adecuada con los capitales, con la finalidad de obtener una estructura para lograr reducción del costo, con la intención de mantener o ajustar la estructura de capitales y considéralo óptimo, la dirección puede indicar la asamblea general de los accionistas con las medidas que consideran necesarias que pueden pasar para ajustar el Pay-Out, los dividiendo a distribuir, transacción de acciones propias, aumentar capital social por emisión de acción y las ventas de activos entre muchas medidas.

Para monitorear la estructura de capital se utiliza ratio de autonomía financiera como indicador ideal teniendo en consideración nivel limitado, no inferior 5% de esta autonomía; considerando la característica de la empresa y al sector de su actividad económico.

A continuación, se puede apreciar más con detalles la autonomía financiera como evolucionó desde 2014, 2015 y 2016:

Tabla 11 Autonomia financiera

	2016	2015	2014
Capital Proprio	426943 M€	354133 M€	315569 M€
Activo	726873 M€	667219 M€	617446 M€
Autonomía Financiera	58,7%	53,1%	51,1%

3.2 Contratación de instrumento financiero

La empresa Corticeira Amorim no es inmunes a las alteraciones de la tasa de interés, lo que hace optar por la contratación de algunos instrumentos financieros derivados de acuerdo con la necesidad de la empresa (para los posibles riesgos que se exponen) la contratación de estos instrumentos está direccionada al cambio a la vista, a plazo, opciones, swaps y no se contratan instrumentos financieros para la especulación.

Para la contabilización de la empresa se adopta de acuerdo a la cobertura (*hedge accounting*) respectando sus respectivas normas y la negociación de estos instrumentos

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

son realizados a nombre individual de la empresa, el departamento de la tesorería central es responsable de este asunto aceptando las normas aprobados por la dirección.

La cobertura del justo valor: la relación de cobertura se entiende por la cobertura del justo valor, que pertenece a la cobertura eficaz, ganancias o pérdidas que provienen del resultado del instrumento de cobertura al justo valor y que es reconocido en el resultado a la par con las variaciones del justo valor.

La cobertura del flujo de caja: Se establece como la cobertura eficacia, ganancia o pérdida en el valor del justo valor que son reconocido en el capital propio y el cual es transferido para el resultado en el período en que la cobertura afecta a los resultados y se reconoce directamente la parte de la ineficacia en los resultados.

La cobertura de investimento líquido: la empresa no considera la realización de la cobertura cambiales en las inversiones líquidas en la unidad estratégico operacional.

Esta entidad tiene esclarecimiento de los riesgos que está expuesta y todos están documentados, así como que cada relación de cobertura sea monitoreada según la política de riesgo de la empresa.

Los objetivos y estrategias para cobertura se pueden denominar como: clasificación de relación de cobertura, descripción de la naturaleza del riesgo que está expuesta y debe ser cubierta; identificación de instrumento de cubierta; descripción mensuración inicial y futuro de la eficacia e identificación de la parte del instrumento cubierta.

Justo valor de activos y pasivos financiero:

El 31 de diciembre de 2016, los instrumentos financieros mensurado son exclusivamente instrumentos financieros derivados, según normas que estableció la jerárquica del justo valor, que se clasifica en tres niveles con datos en la utilización en técnica de la mensuración por el justo valor de los activos y pasivos financieros:

- Datos de nivel nº 1: precio cotizados (no ajustado);
- Datos de nivel nº 2: datos que no sea igual del precio cotizados, que son observable para activo o pasivo, también de forma directo o indirecto;
- Datos de nivel nº 3: datos que no se observa relativamente al activo o pasivo.

En cuanto a instrumentos, la entidad recorre la Forward outright y opción para riesgo cambial, y también en la evaluación de instrumentos de la cubierta de riesgo cambial, se

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

utiliza las técnicas de valorización que se usan Inputs, que se puede observado en el nivel n°2.

Esta entidad utiliza el método desarrollado por el Reurters, para calcular el justo valor y también método de cash-flows con la actualización de forwards outright y para calcular la opción, se recorre el modelo Black & Scholes.

A continuación, se puede observar un resumen de justo valor de los instrumentos financieros derivados:

Tabla 12 Resultado de justo valor

			31/12/2016		31/12/2015	
Naturaleza	Hierarquia	Tipo	Nacional	Valor justo	Nacional	Valor justo
		Cobert, flujo de caja	0	0	2961 M€	123 M€
		Cobertura de jv	0	0	8821 M€	529 M€
		Derivados de negocia	0	0	17374 M€	398 M€
	Nivel n°2 total		0	0	29157 M€	1051 M€
Activos total			0	0	29157 M€	1051 M€
		Cobert, flujo de caja	27296 M€	-1395 M€	24220 M€	-374 M€
		Cobertura de jv	14287 M€	-996 M€	20745 M€	-139 M€
		Derivados de negocia	17599 M€	-597 M€	29095 M€	64 M€
	Nivel n°2 total		59182 M€	-2989 M€	74061 M€	-449 M€
Activos total			59182 M€	-2989 M€	74061 M€	-449 M€

Fuente: adaptación de departamento financiera de Corticeira Amorim (2016)

Los inputs utilizados para valorizarlos se puede mencionar la curva de la tasa de cambio Forward y las estimativas de la volatilidad de las monedas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las bibliografías analizadas se puede arribar a las siguientes ideas conclusivas:

- La tasa de interés ocurre por la volatilidad de los precios de los activos financieros que son verificados por los diferentes movimientos, tanto a nivel general como en la configuración de la estructura del plazo de la misma (EPTI); siendo así que la alteración en las tasas se revierte en los cash flows regularmente distribuido por los activos, lo que provoca un segundo componente del riesgo de la tasa de interés.
- La inmunización permitió el análisis de la influencia que tiene la estructura de la cartera sobre los resultados del programa de inmunización, así como predecir la disminución o eliminación del riesgo provocado por las alteraciones en la tasa de interés durante el horizonte temporal del inversionista en este caso sobre el valor de inversión.
- Las definiciones que se le atribuyen a las medidas de tasa de interés dependen de la forma adaptada por los factores de riesgo, la más utilizada es la que presentan los modelos de factor único dependiente del proceso estocástico por Macaulay (1938).
- Profesionalmente las opciones pueden transformar profundamente los métodos tradicionales de gestión de los activos y los portafolios posibilitando así la gestión de los riesgos financieros; lo que merita la comprensión el funcionamiento y la forma de evaluación de los instrumentos.
- La gestión del riesgo financiero y del plan de los servicios designados por las entidades financieros permiten múltiples aplicaciones en el ámbito de los productos derivados, que pueden ser utilizados en la estrategia de la cobertura (*hedging*) del arbitraje (*spreading*) de especulación.
- La Corticiera Amorim durante las ejecuciones de sus actividades empresariales según las literaturas analizadas, está expuesta contraer riesgos financieros o no, lo que transitó las contrataciones de algunos instrumentos financieros derivados, en aras de proteger posibles alteraciones inesperadas en las tasas de interés e hizo cambio a la vista, a plazo, opciones, swaps y no contratan instrumentos direccionado a la especulación.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balbás, A. & Ibáñez, A. (1998). When can you Immunize a Bond Portfolio?, *The Journal of Banking and Finance*, 22, 1571-1595.
- Barber, J. R. & Copper, M. L. (1996). Immunizing Using Principal Component Analysis. *The Journal of Portfolio Management*, 23(1), 99-105.
- Barber, J. R. (1999). Bond Immunization for Affine Term Structures. *The Financial Review*, 34, 127-140.
- Barber, J. R. e Copper, M. L. (1997), Is Bond Convexity a Free Lunch?, *The Journal of Portfolio Management*, 24(1) pp. 113-119.
- Basel Committee on Banking Supervision (2010). Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems.
- Bessis. J. (2002). Risk Management in Banking Wiley and Sons, 3rd edition.
- Carvalho, L. G.; Lopes, A. B. (1999). Contabilização de operações com derivativos: uma comparação entre o SFAS 133 e o arcabouço emanado pelo COSIF. Cadernos de Estudos, São Paulo, 20.
- Cox, J. C., Ingersoll Jr, J. E., & Ross, S. A. (1985). A theory of the term structure of interest rates. *Journal of the Econometric Society*, 53 (2), 385-407.
- Cuzman, I.; Dima, D.; dima (Cristea), Stefana Maria (2010) . IFRSs for financial instruments, quality of information and capital markets volatility: an empirical assessment for Eurozone. *Contabilitate si Informatica de Gestiune*. 9 (2) 32, 284-304
- Fabozzi, F. J. (2000). *Duration, Convexity, and Other Bond Risk Measures*. Wiley and Sons.
- Fisher, L. & Weil, R. (1971). Coping with the Risk of Interest-Rate Fluctuations: Returns to Bondholders from Naïve and Optimal Strategies. *The Journal of Business*, 44 (4), 408-431.
- Fong, H. & Vasicek, O. (1984). A Risk Minimizing Strategy for Portfolio Immunization. *The Journal of Finance*, 39(5), 1541-1546.
- Goodhart, C. (2010). How should we regulate bank capital and financial products? What role for "living wills"?. *Revista de Economia Institucional*, 12(23) 85
- Grandville, O. (2001). Bond Pricing and Portfolio Analysis: Protecting Investors in the Long Run. Cambridge Massachusetts: MIT Press.

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

https://www.amorim.com/xms/files/Investidores/5_Relatorio_e_Contas/RelatorioContas2016.pdf

Jorion, P. (2003). *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk*. Chicago: Irwin Professional Publishing.

Kahn, R. N. & Lochoff, R. (1990). Convexity and Exceptional Return. *The Journal of Portfolio Management*, 16(2), 43-47.

Lau, P. W. P. (1983). An empirical examination of alternative interest risk immunization strategies. Phd. Dissertation. University of Wisconsin, Madison.

Lewis, M, K, (1992). "Asset and liability management" In Newman, P, Milgate, M & Eatweel, J (ed), *The New Palgrave Dictionary of Money & Finance*, op, cit

Litterman, R. & Scheinkman, J. (1991). Common Factors Affecting Bond Returns. *The Journal of Fixed Income*, 1(1), 54-61.

Lozardo, E. (1998). *Derivativos no Brasil: fundamentos e práticas*. São Paulo: BM&F.

Macaulay, F. R. (1938). The Movements of Interest Rates, Bond Yields and Stock Prices in the United States since 1856. New York, *NBER working paper*, pp. 45-53.

Redington, F. M. (1952). Review of the Principle of Life Office Valuations. *Journal of the Institute of Actuaries*, 18, 286-340.

Soto, G. M. (2004). Duration models and IRR management: a question of dimensions?. *Journal of Banking & Finance*, 28(5), 1089-1110.

Vasicek, O. (1977). An equilibrium characterization of the term structure. *Journal of financial economics*, 5, 177-188.

<https://www.amorim.com/investidores/resultados/>

APÊNDECE

APÊNDECE 1

QUESTIONÁRIO

A GESTÃO DO RISCO DE TAXA DE JURO NAS EMPRESAS PORTUGUESAS

O questionário que segue destina-se a recolher os elementos necessários à caracterização das práticas subjacentes à gestão do risco de taxa de juro nas empresas portuguesas.

O questionário compõe-se por três grupos de questões, sendo naturalmente preservado o total anonimato das respostas.

A sua colaboração é fundamental, a qual desde já agradecemos. cremos que o preenchimento deste questionário não tomará mais do que 15 minutos do seu tempo.

1. Caracterização de empresa:

1.1. Ano de constituição	
1.2. Volume de negócios em 2016 (em 10 ³ €)	
1.3. Setor de atividade (de acordo com o código da CAE)	
1.4. Número de funcionários em 31 de dezembro de 2016	

2. Gestão do risco de taxa de juro

2.1 De 0 (zero) a 10 (dez), sendo zero para «Nada relevante» e dez para «Absolutamente relevante», como classifica o grau de exposição ao risco da taxa de juro da sua empresa?

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.2. A empresa procede à gestão do risco de taxa de juro?

2.2.1. Sim ☐

2.2.2. Não ☐

Se assinalou «Não», por favor, prossiga para o grupo de questões 3.

2.3. Se assinalou «Sim», quais os métodos que são aplicados?

2.3.1. Métodos tradicionais ☐

2.3.2. Seguros ☐

2.3.3. Derivados ☐

2.3.4. Outros ☐

Se não assinalou «Derivados», por favor, prossiga para o grupo de questões 3.

2.4. Se assinalou «Derivados», quais os instrumentos financeiros a que já recorreu?

2.4.1. Futuros ☐

2.4.2. Opções ☐

2.4.3. *Swaps* ☐

2.4.4. *Forwards* ☐

2.5. Com que frequência recorre a esses instrumentos?

	Muitas vezes	Algumas vezes	Raras vezes
2.5.1. Futuros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5.2. Opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

- | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2.5.3. <i>Swaps</i> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2.5.4. <i>Forwards</i> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.6. De 0 (zero) a 10 (dez), sendo zero para «Nada relevante» e dez para «Absolutamente relevante», qual a relevância da gestão do risco de taxa de juro nessa organização?

- | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

2.7. Quais os mecanismos alternativos que, em seu entender, poderiam ser aplicados na gestão do risco de taxa de juro?

3. Outros riscos financeiros

3.1. Entre os riscos financeiros apontados, assinale os que são relevantes no âmbito da sua empresa:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 3.1.1. Risco cambial | <input type="radio"/> |
| 3.1.2. Risco de crédito | <input type="radio"/> |
| 3.1.3. Risco de país | <input type="radio"/> |
| 3.1.4. Outros | <input type="radio"/> |

Se assinalou «Outros», por favor, indique quais. _____

**La gestión del riesgo de la tasa de interés.
Revisión de la literatura y estudio del caso.**

3.2. Para os riscos financeiros que identificou em 3.1., assinale o grau de exposição da empresa a cada um deles, sendo que 0 (zero) significa «Nada relevante» e 10 (dez) significa «Absolutamente relevante»:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.1.1. Risco cambial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.1.2. Risco de crédito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
○											
3.1.3. Risco de país	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.1.4. Outros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MUITO AGRADECEMOS A VOSSA COLABORAÇÃO!